JAHRGANG XXIV. 1874. HEFT VII BIS X.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 16. Mai 1874, betreffend die Superrevision der Anschläge für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thlr., und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thlr. überschreiten, nebst Allerh. Ordre vom 20. April 1874.

Des Kaisers und Königs Majestät haben auf meinen Antrag mittelst des in beglaubigter Abschrift angeschlossenen Allerhöchsten Erlasses vom 20. v. M. in Abänderung der Dienst-Instruction für die Regierungen vom 23. October 1817, §. 21, sub 9, der Cabinetsordre vom 28. August 1836 und des Allerhöchsten Erlasses vom 30. März 1868 zu bestimmen geruht, dafs bei fiscalischen Bauten die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung der Anschläge zur Superrevision nur stattzufinden hat für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thalern, und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thalern übersteigen, sowie, dafs in denjenigen Fällen, in welchen Bauten nicht ausschliefslich auf fiscalische Kosten ausgeführt werden, für dieselben jedoch ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz, geleistet wird, die Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe nur dann eintreten mufs, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk, oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes die Höhe von 1000 Thalern bei Neubauten und von 3000 Thalern bei Reparaturbauten übersteigt. Die Allerhöchste Bestimmung hat diese Erleichterungen auch auf solche Bauten ausgedehnt, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Oberrechnungskammer verlangt wird, oder der Antrag auf Superrevision versäumt worden sein sollte.

Diesen Allerhöchsten Bestimmungen füge ich in Rücksicht auf die wünschenswerthe Entlastung der Local-Baubeamten und im Einverständnifs mit den Herren Ministern der Finanzen, des Innern, der Justiz, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und mit dem Ministerium für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten, für je ihre Ressorts, die folgenden Bestimmungen hinzu: Bei fiscalischen Bauten, welche nicht zum Ressort der Militairverwaltung oder der Verwaltung der Domainen und Forsten gehören, bedarf es fernerhin der Veranschlagung, sowie der Revision und Abnahme durch die Beamten der allgemeinen Bauverwaltung in der Regel nur dann, wenn die Bauausführung den Kostenbetrag von 100 Thalern übersteigt. Auch bedarf es in der Regel der Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen für Herstellungen, deren Kosten unter 100 Thalern bleiben, nicht mehr.

Diesen Erleichterungen hinsichtlich der Revision der Bauausführungen und der Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen liegt die Voraussetzung zu Grunde, dafs bei unbedeutenderen Bauten und baulichen Handwerkerleistungen auch der Laie im Stande sei, die Angemessenheit der Ausführung und des Preises zu beurtheilen. Es bleibt daher auch künftig hinsichtlich solcher baulichen Aenderungen und Einrichtungen, welche die Construction des Gebäudes berühren, ohne Rücksicht auf deren Kostenbetrag, bei der Mitwirkung der Baubeamten, sowohl was die vorhergehende Feststellung wegen deren Zulässigkeit, als was ihre demnächstige Revision und Abnahme betrifft. Ebenso mufs die Revision auch fernerhin in allen Fällen eintreten, wo es sich um Vorkehrungen handelt, zu deren Beurtheilung es einer besonderen, nur dem Bauverständigen beiwohnenden Sachkenntnifs bedarf.

Was die Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen betrifft, so findet die Erleichterung auf diejenigen Fälle keine Anwendung, wo die bauende Behörde die angesetzten Preise übertrieben hoch findet, oder Grund zu haben glaubt, ihrem Urtheile über deren Angemessenheit zu mifstrauen.

Die älteren Bestimmungen, insbesondere der Circular-Erlasse vom 31. December 1842, vom 6. Juni 1857 und vom 21. Februar 1858 werden, soweit sie den vorstehenden widersprechen, hiermit aufgehoben.

Behufs Zufertigung an die Kreis- und Local-Baubeamten sind Exemplare beigefügt.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die Königlichen Regierungen und Landdrosteien, sowie die Königliche Ministerial-Bau-Commission.

Auf Ihren Bericht vom 15. April d. J. bestimme Ich in Abänderung der Dienst-Instruction für die Regierungen vom 23. October 1817, §. 21, sub 9, der Cabinetsordre vom 28. August 1836 und Meines Erlasses vom 30. März 1868, dafs bei fiscalischen Bauten die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung der Anschläge zur Superrevision nur stattzufinden hat für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thalern, und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thalern übersteigen. Ebenso soll in denjenigen Fällen, in welchen Bauten nicht ausschliefslich auf fiscalische Kosten ausgeführt werden, für welche vielmehr nur ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz, geleistet wird, die Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe nur dann eintreten müssen, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk, oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes die Höhe von 1000 Thalern bei Neubauten und von 3000 Thalern bei Reparaturbauten übersteigt. Diese Erleichterungen sollen auch auf bereits ausgeführte, resp. veranschlagte Bauten Anwendung finden, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Oberrechnungskammer verlangt wird, oder der Antrag auf Superrevision Seitens der Regierung versäumt ist.

Berlin, den 20. April 1874.
gez. Wilhelm.
ggez. Dr. Achenbach.

An den Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Mitte Juli 1874.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben zu Regierungs- und Bauräthen ernannt:
den Baurath Plathner in Berlin,
den Ober-Betriebsinspector Kricheldorff in Düsseldorf,
den Bauinspector Denninghoff zu Liegnitz,
den Wasser-Bauinspector Hipp zu Coblenz,
den Wasser-Bauinspector Bader zu Oppeln,
das technische Mitglied des K. Eisenbahn-Commissariats zu Coblenz, Baurath Hardt,
den Baurath Uthemann zu Cassel,
das technische Mitglied des K. Eisenbahn-Commissariats in Berlin, Baurath Oberbeck,
den Ober-Betriebsinspector Bormann zu Saarbrücken,
den Eisenbahn-Bauinspector Bramer zu Münster,
den Bauinspector Schulze zu Essen;
ferner den Charakter als Geheimer Regierungsrath verliehen:
dem Regierungs- und Baurath Giese in Trier,
und den Charakter als Baurath:
dem Bauinspector Pietsch zu Minden,
dem Wasser-Bauinspector Lange zu Glogau,
dem Bauinspector Gandtner zu Schweidnitz,
dem Wasser-Bauinspector Loges zu Harburg,
dem Bauinspector Thömer zu Stettin.

Dem p. Plathner ist die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Commissariats in Berlin verliehen.

Der p. Kricheldorff ist commissarisch zum Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Altena ernannt.

Dem p. Denninghoff ist eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Düsseldorf,

dem p. Hipp die Rheinschifffahrts-Inspector-Stelle in Coblenz,

dem p. Bader die Oderstrom-Baudirector-Stelle in Breslau,

dem p. Uthemann die Stelle eines technischen Mitgliedes der K. Direction der Main-Weser-Bahn,

dem p. Bormann die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Direction zu Saarbrücken,

dem p. Bramer die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Direction der Westfälischen Eisenbahn in Münster, und

dem p. Schulze eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Arnsberg verliehen.

Beförderungen und Uebertragungen besonderer Functionen.

Der Eisenbahn-Baumeister Abraham in Inowraclaw ist zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst befördert,
der Eisenbahn-Baumeister Ed. Schmidt in Hanau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Bebra-Frankfurter Eisenbahn,
die Eisenbahn-Baumeister Schultz in Altena,
Ehlert in Aachen,
Berendt in Hattingen,
Schmidts in Elberfeld
und Schepers in Elberfeld
zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister zur Nieden in Berlin zum Eisenbahn-Bauinspector,
der Eisenbahn-Baumeister Edgar Schmiedt, früher in Unna, dann in Münster, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Sendler in Berlin zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn,
der Kreis-Baumeister Müller in Cosel zum Bauinspector daselbst,
der Eisenbahn-Bauinspector von Sehlen zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover,
der Eisenbahn-Baumeister Darup in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Kattowitz,
desgl. der Eisenbahn-Baumeister Wagemann in Hannover,
- - - - Knoche in Hannover,
- - - - Lange in Osnabrück,
- der Bauinspector Dr. Ziehen in Harburg
zu Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspectoren an den betr. Orten,
der Eisenbahn-Baumeister Güntzer in Harburg zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei Neubauten im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a. M.,
der Eisenbahn-Baumeister Bachmann in Königsberg i. Pr. und
der Eisenbahn-Baumeister Matthies in Insterburg zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Ostbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Otto, früher in Cassel, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Hirschberg,
der Eisenbahn-Baumeister Grofsmann in Sorau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei derselben Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Delmes in Cassel zum Bau- und Betriebsinspector bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Sattig in Düsseldorf zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn in Münster,
der Bau-Commissar Koppen, früher in Fulda, zum Kreis-Baumeister in Tarnowitz,
der Kreis-Baumeister Spangenberg in Gelnhausen zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Wertens in Schleusingen zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Berghauer in Paderborn zum Bauinspector in Liegnitz,
der Land-Baumeister von Stückradt in Berlin zum Bauinspector bei dem K. Polizei-Präsidium hier,
der Kreis-Baumeister Bachmann in Pr. Stargardt zum Bauinspector in Oppeln,
der Kreis-Baumeister Cuno in Neuenahr zum Bauinspector in Marburg,
der Chaussee-Districts-Aufseher Langfeldt zum Kreis-Baumeister in Hoyerswerda,
der Wasser-Baumeister Kluge in Coblenz zum Wasser-Bauinspector in Genthin,
der Land-Baumeister Haeger in Berlin zum Bauinspector bei der K. Ministerial-Bau-Commission hier,
der Kreis-Baumeister Schlitte in Nauen zum Bauinspector in Halberstadt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Lex zu Essen ist zum commissarischen technischen Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission zu Düsseldorf ernannt.

Dem bei der Oberschlesischen Eisenbahn angestellt gewesenen Eisenbahn-Baumeister Bartels ist die 3te Baubeamten-Stelle im technischen Eisenbahn-Büreau des K. Ministeriums für Handel etc. in Berlin verliehen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Luck in Lissa ist zum commissarischen Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission in Glogau ernannt,

desgleichen der Eisenbahn-Bauinspector Mechelen in Aachen zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission daselbst,

desgleichen die Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren
Hinüber zu Cassel
und Beckmann zu Hannover
zu Mitgliedern der K. Eisenbahn-Direction zu Hannover. Gleichzeitig sind denselben die Stellen der technischen Mitglieder der K. Eisenbahn-Commissionen zu Cassel (Hannoversche Staatsbahn) resp. zu Hannover definitiv übertragen.

Der Regierungs- und Baurath Dirksen ist zum Vorsitzenden der K. Direction der Berliner Stadt-Eisenbahn-Gesellschaft ernannt.

Dem Eisenbahn-Bauinspector Lehwald zu Frankfurt a. M. ist die Stelle eines technischen Mitgliedes der dortigen K. Eisenbahn-Direction definitiv verliehen.

Erste Anstellungen, Ernennungen.

Der Baumeister Massalsky zu Memel ist zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn ernannt,

desgleichen bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn
die Baumeister Brewitt mit der Anweisung des Wohnsitzes in Elberfeld,
Kratz, ebenso in Aachen,
Hattenbach, do. in Essen,
Schneider, do. in Elberfeld,
und Tetens, do. in Düsseldorf;

der Eisenbahn-Ingenieur Claudius zu Bremen zum Eisenbahn-Baumeister bei der Hannoverschen Staatsbahn in Hannover,

der Baumeister Zeyſs zum Eisenbahn-Baumeister und Abtheilungs-Baumeister bei dem Bau der Eisenbahn von Berlin nach Nordhausen unter Anweisung des Wohnsitzes in Staſsfurt,

die Baumeister Bobrik in Danzig,
Heimerdingen in Breslau,
und Steinberg in Magdeburg
zu Land-Baumeistern und Local-Baubeamten der K. Militair-Verwaltung,

der Baumeister Kolszewski in Breslau zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission zu Kattowitz,

der Baumeister Eggert zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bebra-Frankfurter Eisenbahn in Frankfurt a. M.,

der Baumeister Rascher zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission in Posen,

der Baumeister Schuchard zum Kreis-Baumeister in Hanau,

der Baumeister Holtzhausen zum Kreis-Baumeister in Leobschütz,

der Baumeister Roseck zum Kreis-Baumeister in Carlsruhe (Schlesien),

der Baumeister Meiſsner zum Kreis-Baumeister in Neiſse,

der Baumeister Hahn zum Eisenbahn-Baumeister bei der Westfälischen Eisenbahn in Northeim,

der Eisenbahn-Ingenieur Israël zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn unter Anweisung des Wohnsitzes in Saarbrücken,

der Baumeister Jungbecker zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Hagen,

der Baumeister von Schütz zum Eisenbahn-Baumeister im technischen Central-Büreau der K. Commission zum Bau der Bahn von Berlin nach Nordhausen — in Berlin,

der Baumeister von Moraczewski zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn unter Anweisung seines Wohnsitzes in Bromberg,

der Baumeister Maier zum Kreis-Baumeister in Lingen (für den Baukreis Bentheim),

der Baumeister Seick zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Unna,

der Baumeister Zickler zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn zu Schneidemühl,

der Baumeister Braun zum Bau- und Maschineninspector im Bezirk der K. Bergwerks-Direction zu Saarbrücken, mit Anweisung seines Wohnsitzes in Neunkirchen,

der Baumeister Carpe zum Eisenbahn-Baumeister im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Saarbrücken unter Anweisung des Wohnsitzes zu Cochem a. d. Mosel,

der Baumeister Kirsten zum Eisenbahn-Baumeister im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a. M., mit der Anweisung des Wohnsitzes in Witzenhausen,

der Baumeister Frankenfeld zum Eisenbahn-Baumeister bei der Main-Weser-Bahn in Cassel,

der Baumeister Sobeczko zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn zu Saarbrücken,

der Baumeister Hausding zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Ratibor,

der Baumeister Gabriel zum Eisenbahn-Baumeister bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Görlitz,

der Baumeister Schnebel zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn in Saarbrücken,

der Ingenieur Rohrmann zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission zu Harburg,

der Baumeister Dau zum Kreis-Baumeister in Neukirch (Reg. Bez. Gumbinnen),

der Baumeister Blanck zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,

der Baumeister Rump zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Altena,

der Baumeister Paarmann zum Land-Baumeister und Local-Baubeamten der K. Militair-Verwaltung in Königsberg i. Pr.,

der Baumeister Simon zum Kreis-Baumeister in Goldberg,

der Baumeister Gottstein zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,

der Baumeister van de Sandt zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn mit dem Wohnsitze in Düsseldorf,

der Baumeister Boës zum Wasser-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der K. Strombau-Verwaltung in Coblenz,
der Baumeister Hoesecke zum Land-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der K. Ministerial-Bau-Commission in Berlin,
der Baumeister Braune zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn mit dem Wohnsitze in Trier.

Versetzungen.

Der zum Kreis-Baumeister in Wolmirstedt ernannte p. Franke ist angewiesen, die Stelle in Neuhaldensleben zu verwalten.
Der Kreis-Baumeister Friese ist von Grofs-Strehlitz nach Neustadt O/Schl. versetzt;
desgleichen der Eisenbahn-Baumeister Naud von Saarbrücken nach St. Wendel,
der Eisenbahn-Baumeister George von Rybnik zur Nassauischen Eisenbahn mit Anweisung seines Wohnsitzes zu Lahnstein,
der Eisenbahn-Baumeister Mentzel von Kattowitz zum technischen Central-Büreau der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,
der Eisenbahn-Baumeister Carpe von Cochem nach Alf,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bayer von Saarbrücken nach Trier,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Ballauff von Bromberg zur K. Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen — nach Berlin,
der Regierungs- und Baurath Rampoldt in Glogau als Mitglied der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn nach Breslau,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Fischer von Posen als Vorsteher des technischen Central-Büreaus der K. Eisenbahn-Direction nach Frankfurt a. M.,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bauer von Kattowitz zur Bebra-Frankfurter Eisenbahn nach Franfurt a. M.,
der Wasser-Bauinspector Ulrich von Genthin nach Coblenz,
der Kreis-Baumeister Oltmann von Rogasen nach Conitz,
der Kreis-Baumeister Nünneke von Conitz nach Nordhausen
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Burkhard von Breslau nach Lissa,
der Kreis-Baumeister Knipping von Kirchhain nach Rinteln,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Vieregge von Saarbrücken zur Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn nach Breslau,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Berendt von Aachen nach Essen,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Büttner von Guben als Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn nach Berlin,
der Bauinspector Kilburger von Eisleben nach Halle,
der Bauinspector Göbel von Halle nach Eisleben,
der Regierungs- und Baurath Schumann von Arnsberg nach Aachen,
der Eisenbahn-Baumeister Schmidt von Trier nach Saarbrücken zur commissarischen Verwaltung der Stelle eines Vorstehers des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Direction daselbst.
Dem Kreis-Baumeister Jager ist gestattet, seinen Wohnsitz von Büren nach Paderborn zu verlegen,
desgleichen dem Kreis-Baumeister von Nehus von Zell a. M. nach Trarbach,
dem Wasser-Bauinspector Katz von Bleckede nach Lüneburg.
Der Bauinspector Tiede in Berlin ist unter Entbindung von seiner Stellung bei der K. Ministerial-Bau-Commission mit den Bauten für die geologische Landes-Anstalt und die Berg-Akademie beauftragt worden.

In den Ruhestand sind getreten, resp. treten:
der Bauinspector Schulze in Nordhausen,
der Bauinspector Richter zu Hanekenfähr,
der Baurath Sonntag in Berlin,
der Geheime Regierungsrath Krafft in Aachen,
der Kreis-Baumeister Jester in Heilsberg,
der Baurath Crüsemann in Halberstadt,
der Bauinspector Vogler in Charlottenburg,
der Bauinspector Winchenbach in Bromberg,
der Kreis-Baumeister Koppen in Rinteln,
der Baurath Regenbogen in Marburg.

Aus dem Staatsdienste sind geschieden resp. scheiden auf ihren Antrag:
der Bauinspector Bargum in Schleswig
und der Bauinspector Vogt in Potsdam.

Gestorben sind:
der Geheime Regierungs- und Baurath Prange in Arnsberg,
und der Kreis-Baumeister Rhese in Kosten.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Die Elisabeth-Kirche zu Wilhelmshaven.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 43 bis 49 im Atlas.)

Von dem Königl. Marine-Ministerium empfing der Unterzeichnete am 31. August 1865 den Auftrag, für die Bewohner von Wilhelmshaven eine evangelische Kirche zu entwerfen. An Programmsbedingungen wurden aufgestellt: Die Kirche soll 1000 bis 1200 Sitzplätze erhalten, mit einem massiven Glockenthurm versehen und mit möglichster Oekonomie in den gothischen Stilformen des norddeutschen Backsteinbaues errichtet werden.

Mit Rücksicht auf das Local als einen höchst wahrscheinlicher Weise rasch aufblühenden Hafenort empfahl es sich, den Entwurf so zu gestalten, dafs bei entwickelteren Verkehrsverhältnissen und späterer Volkszunahme die Kirche ohne Beeinträchtigung des Grundrisses eine passende Erweiterung gestatte. Im Verfolg dieses Gedankens wurde der verlangte Glockenthurm nicht — wie allgemein üblich — an der Vorderfront, der Westseite, sondern über der Durchschneidung von Kreuz- und Langschiff, über der Vierung aufgestellt. Diese Anordnung gestattete, je nach Erfordernifs, die Verlängerung des Langschiffes um ein oder mehrere Joche nach Westen hin und dadurch eine Gewinnung von 120, 240 etc. Sitzplätzen, ohne dafs die Haupterscheinung der Kirche wesentlich modificirt, noch bei dem etwaigen Erweiterungsbau der Gottesdienst unterbrochen zu werden brauchte. Aus der Aufstellung des Thurmes ergab sich als weitere Consequenz die Ausbildung der Kirche als Kreuzkirche mit Unterbringung der Emporen in den Kreuzflügeln.

Die bei allen Bauten der Marine-Etablissements zu Wilhelmshaven Seitens des K. Marine-Ministeriums stets festgehaltenen Ansprüche auf solide und monumentale Durchführung im Innern wie im Aeufsern, führten schon bei den Skizzen zu dem Entschlufs, die ganze Kirche zu überwölben und den Thurm mit einer massiven Spitze auszustatten.

Auf das nach solchen Gesichtspunkten in zwei Monaten speciell bearbeitete und unterm 10. November eingereichte Project wirkten die thatenreichen Ereignisse des Jahres 1866 hemmend und hindernd ein. Denn erst im Februar 1867 erfolgte die Allerhöchste Genehmigung Seiner Majestät des Königs. Im Anschlusse an diese Entscheidung, sowie auf Grund weiterer Berathungen wurde eine Erweiterung des Projects im Langhause um eine Jochlänge befohlen. Demnächst erfolgte die Bearbeitung zweier speciellen Kostenanschläge, des einen bezüglich der Kosten des Tiefbaues von dem K. Hafenbau-Directorium in Wilhelmshaven, des anderen bezüglich der Kosten des Hochbaues von dem Unterzeichneten in Berlin. Die Kosten des letzteren wurden auf rot. 53000 Thlr., die des ersteren auf rot. 25000 Thlr. ermittelt. Diese bei den schwierigen Grund- und Terrainverhältnissen sehr mäfsige Kostensumme konnte nur erreicht werden, wenn der ganze Entwurf mit Verzichtleistung auf jede reichere decorative Ausbildung, bescheiden in den Maafsen, knapp in den Mauerstärken und ökonomisch in den Kunstformen gehalten wurde.

Nachdem auch während des Jahres 1868, durch wichtigere Bauausführungen behindert, die Ausführung geruht hatte, erfolgte der Beginn der Arbeiten am 1. März 1869 mit den Fundirungsarbeiten. Die ganze Kirche erhielt wegen des sehr mittelmäfsigen Baugrundes, aus Klai, Torf, Knick etc. bestehend, einen Pfahlrost von kiefernen Pfählen. Zu dem Thurmfundament wurden 40füfsige, zu den übrigen Fundamenten 36füfsige Pfähle genommen und die Rammarbeiten mittelst der Dampframme geleistet. Am 1. Juni jenes Jahres konnte mit den Maurerarbeiten begonnen und am Ende desselben die Hauptgesimse auf den Umfassungsmauern versetzt werden. Während des Jahres 1870 wurde der Dachstuhl aufgebracht und Ende October der Thurm mit seiner massiven Spitze vollendet. Das Baujahr 1871 war der Einspannung der Gewölbe und der Ausführung des inneren Ausbaues gewidmet. Am 19. Mai d. h. dem Pfingstsonntage 1872 erfolgte die feierliche Einweihung.

Die Planbildung der nach den oben entwickelten Anschauungen projectirten Kirche lassen die Grundrisse Blatt 44 genügend erkennen. Der Thurm steht über der Vierung, in den Kreuzflügeln befinden sich die Seitenemporen, zu denen die in den einspringenden Ecken des Chorpolygons und des Kreuzes angeordneten Treppen führen. Im Chorpolygon ist durch Aufstellung einer niedrigen Hinterwand, welche den Einflufs des Lichtes nicht behindert, der nöthige Raum zu einer kleinen Sacristei mit Vorplatz beschafft worden. Die Kanzel steht am Nordost-Vierungspfeiler; ihr gegenüber an dem Westgiebel die Orgel auf der dort angeordneten Empore. Für die Kirchgänger sind die drei Eingänge so gelegt und mit Doppelthüren derartig ausgestattet worden, dafs Zugbildung möglichst vermieden ist. Das Bestreben, den bebauten Innenraum für Sitzplätze möglichst auszunutzen, hat zu Minimalabmessungen bezüglich der Gänge geführt. Aus derselben Rücksichtnahme erklären sich die ebenfalls auf ein Minimum gebrachten Mauer- und Pfeilerstärken. In Verbindung mit der trefflichen Ausführung und einer sehr sorgfältigen Fundirung haben die letzteren aber nach $1\frac{1}{2}$jähriger Vollendung und Uebergabe sich so vorzüglich bewährt, dafs ihrer Festhaltung bei ähnlichen Höhen- und Spannungsverhältnissen nichts im Wege stehen dürfte.

An Sitzplätzen allgemein üblicher Abmessung sind im unteren Kirchenraume vorhanden 840, auf den drei Emporen 286, zusammen 1126.

Die Blätter 45 und 46 geben die Darstellungen der Chorfaçade und der Südlangfaçade. Aus beiden kann die architektonische Entwickelung und formale Behandlung erkannt und beurtheilt werden. Die Hauptgesimse liegen in einer Höhe von 41 Fufs; der Thurm erreicht mit der Oberkante seines Kreuzes die Höhe von 180 Fufs.

In ähnlicher Weise lassen die Blätter 47 und 48 die structiven und formalen Verhältnisse des Innern erkennen. Der Querschnitt durch das Langhaus ist benutzt worden, die Anordnung der Orgel-Empore und das gewählte System des Dachverbandes zu zeigen; dem Querschnitt durch die Vierung und Kreuzflügel ist eine Andeutung der erfolgten Pilotage und der Bodenverhältnisse beigefügt worden. Der auf Bl. 48 mitgetheilte Längenschnitt zeigt in Verbindung mit Blatt 49, einem Diagonalschnitte durch den Thurm, die gewählte Structur, um den erforderlichen Glockenthurm constructiv sicher über den $22\frac{1}{2}$ Fufs weit gespannten Vierungsbögen aufzustellen. Das zweite Hauptgeschofs des Thurmes und die Bodenräume sind durch die beiden östlichen Treppenthürme mittelst sandsteinerner Spindeltreppen leicht und bequem zugänglich. Die Obergeschosse des Thurmes werden durch Holztreppen erstiegen; für eine Ersteigung der massiven Spitze ist mittelst eiserner Steigehaken gesorgt, auch eine etwaige Befahrung von aufsen her durch entsprechende Hakenanordnung vorgesehen. Die Befestigung des Metallkreuzes, die Construction des auf 2 Glocken (von 21 und 12 Ctr. Gewicht) berechneten Glockenstuhls, sowie die Verschliefsung der Glockenstube durch Zink-Jalousien ist in üblicher bewährter Weise erfolgt.

Bei der Fundamentirung des Vierungsthurmes ist (zusätzlich) die empfehlenswerthe Anordnung, die vier Pfeiler mittelst vier flacher Erdbögen zu verbinden, getroffen worden. Das gesammte Fundamentmauerwerk ist von hartbraunen

Steinen in Trafsmörtel, das obere von tiefrothen, vorzüglich haltbaren Bockhorner Ziegeln hergestellt worden. Die Sättigung und Gleichmäfsigkeit dieses Backsteintons in Verbindung mit den dunkeln Schieferdächern und einer sehr sorgfältigen Ausfugung verleihen der Kirche eine sehr harmonische Gesammtstimmung. Die 10 Zoll starke Thurmspitze ist aus schräg (winkelrecht zum Neigungswinkel) gestellten Klinkern ganz in Cementmörtel aufgemauert worden. Die Profilsteine sind in genügender Güte aus der Ziegelei von Rennberg in Holstein, alle gebrannten Thonstücke aus der renommirten Fabrik des Commerzienrathes March in Charlottenburg bezogen worden.

Auch die innere Ausstattung ist hinter der äufsern nicht zurückgeblieben. Der Fufsboden ist zwar nur in gemustertem Ziegelpflaster hergestellt, aber die Altarfenster mit Grisaillemalerei von Oidtmann in Linnich bei Aachen, sowie der von Spinn & Menke (Berlin) gelieferte Eichenholzaltar mit einem Oelbilde (den Auferstandenen darstellend) von Stankiewicz geschmückt worden. Den Taufstein in gebranntem Thon lieferte March's Fabrik, die in Eichenholz geschnitzte Kanzel der Holzbildhauer Arnold in Bremen, die Orgel der Orgelbaumeister Schmid in Oldenburg.

Bis jetzt wird nur die Sacristei mit einem eisernen Ofen geheizt, später soll die Kirche eine Canalheizung erhalten.

Die Baukosten haben betragen 82000 Thlr.; davon erheischte die Fundamentirung 24500 Thlr.

Schliefslich ist es mir eine werthe Pflicht, für die zum Gelingen des Werks so nothwendige ausdauernde Liebe und Hingebung den Herren Ober-Ingenieur Vogler und Bauführer Feyerabend meinen wärmsten Dank und vollste Anerkennung ihrer Leistungen hiermit öffentlich auszusprechen.

Berlin, September 1873.

F. Adler.

Gebäude der pflanzenphysiologischen Versuchsstation des Königl. pomologischen Instituts zu Proskau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas.)

Das in Proskau im Jahre 1867 errichtete Königl. pomologische Institut hat den Zweck, durch Lehre und Beispiel die Gärtnerei im Preufsischen Staate, besonders die Nutzgärtnerei und namentlich den Obstbau zu fördern. Zu diesem Zwecke ist das qu. Institut bestrebt, sowohl durch einen musterhaften Betrieb der Baumschulen wie überhaupt aller Pflanzungen und gärtnerischer Culturen, als auch durch wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Obstcultur und der Pomologie, Gelegenheit zur möglichst vielseitigen Belehrung zu bieten.

Zur Förderung wissenschaftlicher Forschungen soll die im vorigen Jahre errichtete pflanzenphysiologische Versuchsstation dienen; sie hat die Aufgabe, Versuche über das Gedeihen der für den Gärtner wichtigen Culturpflanzen, namentlich der Obstbäume anzustellen.

Bei dieser weitumfassenden Aufgabe ist selbstverständlich gleich bei der Einrichtung der Versuchsstation an eine Beschränkung des Arbeitsplanes gedacht worden, da solche Aufgabe sich, ähnlich wie bei den landwirthschaftlichen Versuchsstationen, nur durch strenge Arbeitstheilung ihrer Lösung entgegenführen läfst. Die hiesige Anstalt wird speciell einen Punkt ins Auge fassen, der bisher nur von sehr wenigen Physiologen bearbeitet worden ist: die Krankheiten der Pflanzen.

Noch weniger als bei den landwirthschaftlichen Culturpflanzen, weifs man bei den Gartenpflanzen und speciell bei den Obstbäumen die Ursachen der mannigfachen Krankheiten. Man weifs wohl, dafs in einem Jahre Fruchtaugen und Fruchtzweige entstehen, im anderen Jahre nicht, dafs dieselbe Obstsorte auf einem Boden gute Früchte trägt, während sie in demselben Jahre auf anderem Boden schlechte oder gar keine Früchte erzeugt. In demselben Klima sterben Bäume derselben Obstsorte auf bestimmtem Boden, der in kurzer Entfernung in anderer Lage gesunde Exemplare erzeugt u. s. w. u. s. w.

Demgemäfs wird es sich darum handeln, durch Experimente festzustellen, wie die Obstbäume sich gegen die einzelnen Wachsthumsfactoren, wie Wasser, Bodenwärme, mechanische Bodenconstitution, chemische Zusammensetzung verhalten, welche Sorten bei den einzelnen Arten sich am besten bewähren, welches das richtige Maafs ist für das normale Gedeihen und unter welchen Umständen ein Uebermaafs einzelner Factoren zu Krankheiten Veranlassung giebt. Durch die künstliche Erzeugung von Krankheiten läfst sich die Ursache am leichtesten erkennen und am besten das Heilverfahren anbahnen. Gleichzeitig wird sich auf diesem Wege auch die Frage lösen lassen, ob solche durch mangelhafte Ernährung kränkelnde Obstbäume und andere Gartenpflanzen von den Krankheit erzeugenden Pilzen mit Vorliebe heimgesucht werden.

Die Lösung solcher Aufgabe nach den heutigen Anforderungen der Wissenschaft kann nur durch Vereinigung des Anatomen mit dem Chemiker gelöst werden.

Das Hauptgebäude enthält deshalb zunächst ein anatomisches Arbeits-Cabinet (Mikroskopirzimmer); an dieses stöfst ein kleines chemisches Laboratorium mit Verdampfungsherd, Sandbad und Dampf-Apparat, dessen Dämpfe entweder nur zur Heizung des Trockenschranks benutzt werden, bevor sie zum Kühlapparat kommen, oder auch in den Raum für Reagentien geleitet werden, wo sie zum Abdampfen von Aether etc. Verwendung finden. Der durch Glaswand vom Laboratorium abgeschlossene Raum enthält die chemischen Waagen und in geschlossenen Schränken die nothwendigsten literarischen Hilfsmittel. Das anatomische Arbeits-Cabinet (Mikroskopirzimmer) enthält Apparate zu Pilzculturen, Keimungsversuchen etc.

Die Wohnung des Assistenten, aus Stube und Alkoven bestehend, schliefst sich den oben angeführten Räumen an; ein Zimmer für den Wärter befindet sich im Dachraum, letzterer enthält ferner Kammern für Präparate und Requi-

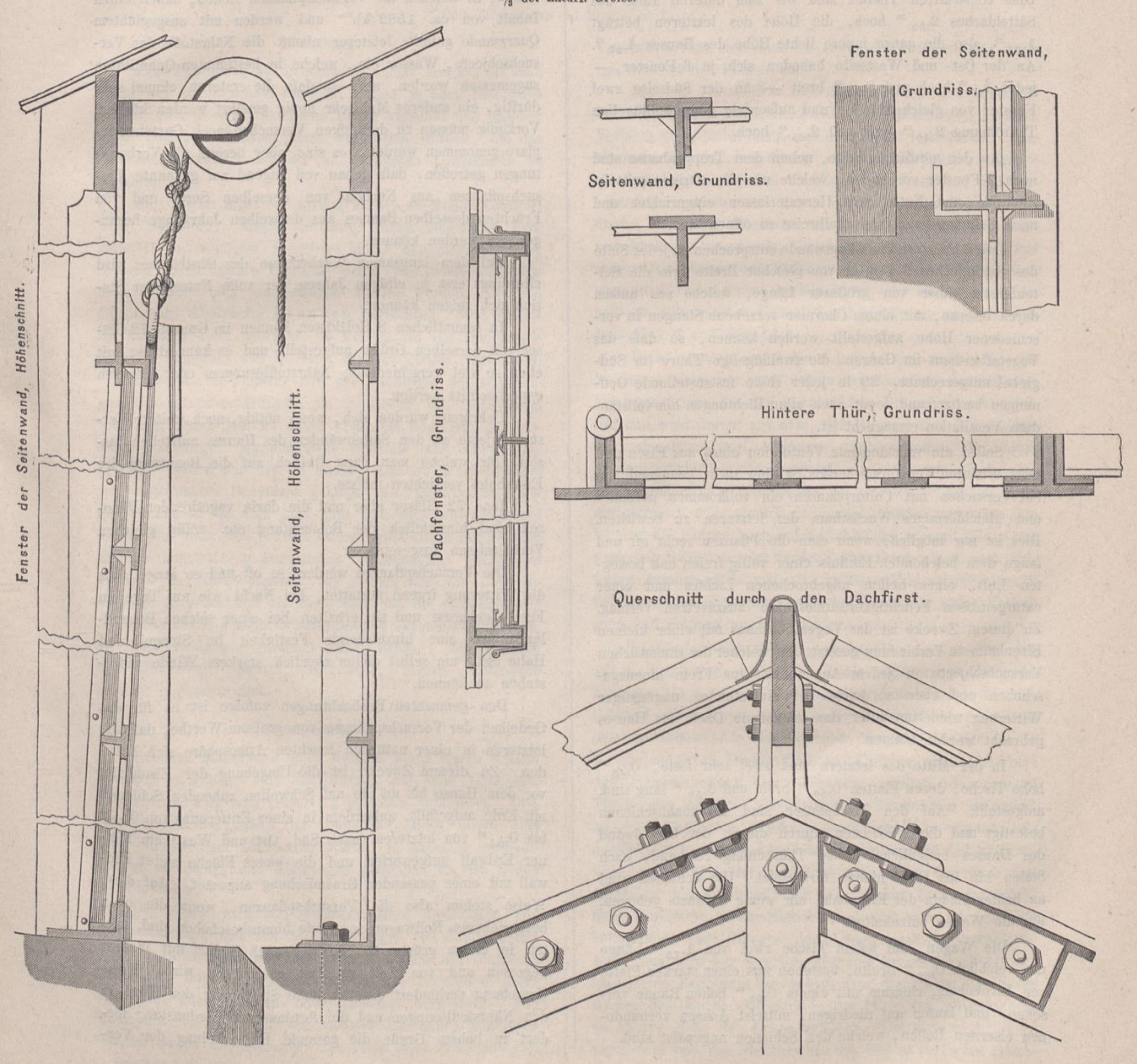
siten. Das im Putzbau ausgeführte Hauptgebäude entspricht in seiner Architektur den übrigen Gebäuden des Pomologischen Instituts, es ist mit Schiefer auf Schalung gedeckt.

Das Untersuchungsmaterial wird künstlich im Vegetationshause herangezogen.

Die Pflanzen, mit denen an Versuchsstationen zunächst und vorzugsweise Vegetationsversuche ausgeführt werden, sind die gewöhnlichen Cultur- also Freifeldpflanzen. Es mufste daher bei dem Neubau eines passend construirten Vegetationshauses vor allen Dingen das Bestreben darauf gerichtet sein, dafs die betreffenden Versuchsobjecte hinsichtlich der Einwirkung des Lichtes, der Luft und theilweise auch der Feuchtigkeit soweit möglich fortwährend solchen äufseren Verhältnissen ausgesetzt sind, wie sie erfahrungsmäfsig auch im freien Felde eine durchaus gesunde und nach Umständen üppige Entwickelung der Culturpflanzen bedingen. Man mufs mit einem Worte die Versuchspflanzen stets in einer freien, bewegten Luft vegetiren lassen, gleichzeitig aber ihnen einen vollkommenen Schutz gegen den nachtheiligen Einflufs einer zeitweise ungünstigen Witterung gewähren können. Demzufolge steht das Vegetationshaus mit dem freien Giebel genau nach Süden, und wird gegen Norden durch das Hauptgebäude

Details vom Vegetationshause.

$^1/_3$ der natürl. Gröfse.



geschützt. Der untere Theil des Hauses schneidet $0,_{50}{}^{m}$ tief in den Boden ein, ist aus Mauersteinen in Kalk ausgeführt und innerhalb mit Cement geputzt; der Fufsboden mit Mauersteinen gepflastert.

Die Plinthe steht $0,_{37}{}^{m}$ über der Oberfläche des umgebenden Terrains vor, so dafs der innere Raum im Ganzen eine Tiefe von $1,_{12}{}^{m}$ hat, von der Oberkante des Fufsbodens bis zur Oberkante der Plinthe gemessen, auf welche das weitere, ganz aus Eisen und Glas construirte Gebäude (Details siehe Seite 293, 294 und auf Bl. 52) gesetzt ist.

Im Innern hat das Haus $5,_{23}{}^{m}$ Länge und $3,_{66}{}^{m}$ Breite; die Längsseiten (Ost- und Westseite) des aus Eisen und Glas construirten Theiles sind bis zum unteren Ende des Satteldaches $2,_{09}{}^{m}$ hoch, die Höhe des letzteren beträgt $1,_{06}{}^{m}$, also die ganze innere lichte Höhe des Hauses $4,_{27}{}^{m}$. An der Ost- und Westseite befinden sich je 6 Fenster — jedes $1,_{1}{}^{m}$ hoch und $0,_{55}{}^{m}$ breit — an der Südseite zwei Fenster von gleicher Gröfse und aufserdem eine zweiflügelige Thüröffnung $2,_{40}{}^{m}$ breit und $2,_{65}{}^{m}$ hoch.

An der nördlichen Seite, neben dem Treppenhause sind noch 2 Fenster vorhanden, welche wie die übrigen mittelst Ziehrolle und Kette zum Herunterlassen eingerichtet und nach Belieben ganz oder theilweise zu öffnen sind.

Den 6 Fenstern der Längswände entsprechen an jeder Seite des Satteldaches 6 Fenster von gleicher Breite wie die Seitenfenster, aber von gröfserer Länge, welche von aufsen durch eiserne, mit einem Charnier versehene Stangen in verschiedener Höhe aufgestellt werden können, so dafs das Vegetationshaus im Ganzen, die zweiflügelige Thüre im Südgiebel mitgerechnet, 29 in jeder Höhe festzustellende Oeffnungen besitzt, und somit nach allen Richtungen hin vollständige Ventilation ermöglicht ist.

Selbst die vollständigste Ventilation eines aus Eisen und Glas erbauten Vegetationshauses ist aber nicht genügend, um bei Versuchen mit Culturpflanzen ein vollkommen normales und gleichförmiges Wachsthum der letzteren zu bewirken. Dies ist nur möglich, wenn man die Pflanzen recht oft und lange dem belebenden Einflufs einer völlig freien und bewegten Luft, eines hellen ungebrochenen Lichtes und einer naturgemäfsen Feuchtigkeitsatmosphäre auszusetzen vermag. Zu diesem Zwecke ist das Vegetationshaus mit einer kleinen Eisenbahn in Verbindung gesetzt, auf welcher die sämmtlichen Versuchsobjecte in jedem Augenblicke ins Freie hinausgeschoben und eben so leicht bei eintretender ungünstiger Witterung wiederum unter das schützende Dach des Hauses gebracht werden können.

In der Mitte des letztern sind zwei sehr feste, $0,_{48}{}^{m}$ hohe Tische, deren Platten $0,_{80}{}^{m}$ breit und $3,_{50}{}^{m}$ lang sind, aufgestellt. Auf den Tischplatten sind Eisenbahnschienen befestigt und diese Schienen, durch die in der Giebelwand des Hauses befindliche grofse Thüröffnung reichend, nach Süden hin ins Freie hinaus fortgesetzt. Die Schienen sind an beiden Enden der Eisenbahn ein wenig aufwärts gebogen, um die Wagen aufzuhalten.

Die Wagen, auf jedem Tische zwei von $1,_{75}{}^{m}$ Länge und reichlich $0,_{80}{}^{m}$ Breite, bestehen aus einer starken Platte von Eichenholz, ringsum mit einem $0,_{05}{}^{m}$ hohen Rande versehen, und laufen auf niedrigen, mittelst Achsen verbundenen eisernen Rollen, welche den Schienen angepafst sind.

Diese Wagen sind bestimmt, die Versuchs-Objecte zu tragen, und zwar zunächst je 2 hölzerne, ringsum geschlossene, aufsen und innen mit Oelfarbe angestrichene Kisten, jede $1,_{68}{}^{m}$ lang, $0,_{73}{}^{m}$ breit und $0,_{30}{}^{m}$ hoch. Die dem Innern des Hauses zugekehrten äufseren Längswände dieser Kisten lassen sich herausnehmen, so dafs sich die auf den beiden Schienensträngen einander gegenüberstehenden Wagen durch eine Zwischenlage erforderlichen Falls zu einem grofsen Wagen vereinigen lassen. In den oberen (Deck-) Brettern der Kisten sind auf dem Längenschnitt 3 runde Löcher, etwa $0,_{18}{}^{m}$ im Diameter grofs, angebracht, welche genau dem Querschnitte grofser Cylindergläser entsprechen. Die Gläser, in welchen die Versuchspflanzen stehen, haben einen Inhalt von ca. 1582 kb^{zm} und werden mit ausgeglühtem Quarzsande gefüllt; letzterer nimmt die Nährstoffe der Versuchsobjecte, Wasser etc., welche in bestimmten Quantitäten zugemessen werden, auf, so dafs die ersteren einmal sehr dürftig, ein anderes Mal sehr üppig genährt werden können. Vorläufig müssen zu derartigen Versuchen noch Gartenexemplare genommen werden, es sind aber bereits die Vorbereitungen getroffen, dafs genau von Jugend auf gekannte Versuchspflanzen aus Kernen von derselben Sorte und von Früchten desselben Baumes aus demselben Jahrgange herangezogen werden können.

Bei dem langsamen Wachsthume des Obstbaumes wird allerdings erst in einigen Jahren der volle Nutzen der Station sich zeigen können.

In sämmtlichen 8 Holzkisten können im Ganzen 72 Gläser von derselben Gröfse aufgestellt und es kann daher mit eben so viel verschiedenen Nährstofflösungen oder Pflanzen experimentirt werden.

Uebrigens würden sich, wenn nöthig, noch weitere Versuchsobjecte an den Seitenwänden des Hauses aufstellen lassen, für welche man dann freilich auf die Benutzung der Eisenbahn verzichten müfste.

Jene 72 Gläser aber und die darin vegetirenden Pflanzen sind hinsichtlich der Beleuchtung etc. völlig gleichen Verhältnissen ausgesetzt.

Die Versuchspflanzen werden so oft und so lange, als die Witterung irgend gestattet, bei Nacht wie am Tage im Freien gelassen und sie erhalten bei einer solchen Behandlungsweise eine hinreichende Festigkeit im Stengel und Halm etc., um selbst einem ziemlich starkem Winde widerstehen zu können.

Den gemachten Beobachtungen zufolge ist es für das Gedeihen der Versuchspflanzen von grofsem Werthe, dafs die letzteren in einer natürlich feuchten Atmosphäre sich befinden. Zu diesem Zwecke ist die Umgebung der Eisenbahn vor dem Hause bis an die auf Schwellen ruhenden Schienen mit Erde aufgefüllt, aufserdem in einer Entfernung von $0,_{62}{}^{m}$ bis $0,_{94}{}^{m}$ von letzteren (nach Süd, Ost und West) ein kleiner Erdwall aufgeworfen und die ganze Fläche nebst Erdwall mit einer passenden Grasmischung angesäet. Auf diese Weise stehen also die Versuchspflanzen, wenn die oben beschriebenen Rollwagen ins Freie hinausgeschoben sind, mitten in einem grünen Rasen, der nach Bedarf mit Wasser begossen und von Zeit zu Zeit geschnitten wird. Diese Umgebung verhindert eine zu hohe Steigerung der Hitze in den Nährstofflösungen und die fortdauernde Verdunstung fördert in hohem Grade die gesunde Entwickelung der Ver-

suchsobjecte, namentlich in den ersten Perioden der Vegetation, zur Zeit der Bestockung und Halmbildung; der Standort der Pflanzen wird dadurch ein durchaus normaler und somit das Gelingen der Versuche um so mehr gesichert.

Die Construction des Vegetationshauses geht aus den hier beigefügten Detailzeichnungen hervor; für die Verglasung desselben ist starkes Doppelglas verwendet worden.

Die Kosten des Hauptgebäudes betragen	5300 Thlr.,
- - - Vegetationshauses . .	2500 -
daher Gesammtkosten der Anlage . .	7800 Thlr.

Proskau, im Februar 1874.

Engel.

Ueber Fundirungen mit Senkbrunnen nebst Beschreibung einiger Fälle aus der Praxis.

(Mit Zeichnungen auf Blatt J im Text.)

Einleitung.

Eine Fundirung auf Brunnen ist nichts anderes als eine Fundirung auf einzelnen Pfeilern, welche je nach Bedürfniſs bis auf oder in den tragfähigen Boden versenkt und nachher durch geeignete Constructionen verbunden werden, um das betreffende Bauwerk auf der so gebildeten Grundfläche zu errichten.

Zum Zweck ihrer Versenkung werden die Pfeiler zunächst hohl aufgeführt, damit das unter ihnen befindliche Erdmaterial in möglichst reducirter Masse und möglichst ohne Störung durch äuſsere Einflüsse gelöst und gehoben werden kann. Diese hohl ausgeführten Pfeiler werden mit dem allgemeinen Ausdruck: Brunnen bezeichnet. Sind sie bis zur nöthigen Tiefe gebracht, so werden sie mit geeignetem Material ausgefüllt und in feste, massive Pfeiler verwandelt.

Diese höchst einfache Art der Fundirung bei ungünstigen Untergrundverhältnissen ist in Berlin für Hochbauten wohl zum ersten Mal im Jahre 1846 bei dem Bau der hiesigen Hamburger Eisenbahnhofs-Gebäude zur Anwendung gebracht worden und erst in neuerer Zeit für Brückenbauten zur ausgedehnten Benutzung gelangt. Als Fundirungsmethode für Brücken ist sie aber jetzt ganz besonders entwickelt und bis zu der unter den schwierigsten Verhältnissen mit groſsem Erfolge benutzten pneumatischen Gründungsart ausgebildet worden. In Nachstehendem soll jedoch nur von den einfacheren Anwendungen die Rede sein, da die complicirteren Methoden durch detaillirte Beschreibung ausgeführter Bauten, als der Straſsburger (Kehler) Rhein-Brücke, der Brücken bei Königsberg, Stettin, Hämerten, bereits hinlänglich bekannt geworden sind.

Brunnenkränze.

Um dem Mauerwerk beim Senken einen festen Zusammenhang zu geben, wird der Brunnen auf einer Unterlage, Brunnenkranz oder Schling genannt, aufgeführt. Dieser Brunnenkranz erhält im Querschnitt nach unten eine mehr oder weniger keilförmige Form, je nachdem es nothwendig erscheint, das Eindringen desselben in den Boden zu erleichtern.

Der Kranz wird aus Verbandhölzern geschnitten und zusammengefügt oder aus mehreren Lagen von Bohlen gefertigt, bisweilen noch mit Eisen armirt, auch mit senkrecht stehenden, faſsartig angebrachten Bohlen verbunden, oder auch ganz aus Schmiede- oder Guſseisen hergestellt. Die Wahl des Materials und der Construction hängt wesentlich von der Gröſse der Brunnen, der Tiefe ihrer beabsichtigten Versenkung und der somit zu erwartenden Belastung, sowie von der Art des Bodens ab.

Die aus Verbandholz gefertigten Kränze sind selbst bei den sorgfältigsten Ueberblattungen und Verbolzungen in ihren Verbindungen nicht leicht solide genug herzustellen. Die eisernen Kränze, bei denen die schmiedeeisernen Kränze (Blatt J, Fig. 1) vor den mit Flanschen versehenen und verschraubten guſseisernen Kränzen (Fig. 2) den Vorzug verdienen, weil sie elastischer sind und bei einseitiger Inanspruchnahme, verursacht durch vorkommende Steine und andere Hindernisse und Zufälle, nicht so leicht leiden, sind namentlich für kleinere Ausführungen sehr kostspielig, weshalb in den meisten Fällen die Bohlenkränze gewählt werden. (Fig. 3 und Fig. 4.)

Diese werden aus 2 bis 4 Lagen und mehr $1^1/_2$- bis 3zölliger Bohlen, je nach der Inanspruchnahme ihrer Festigkeit, ganz nach Art der gewöhnlichen Brunnenkränze gefertigt und wird darauf gehalten, daſs die untersten Bohlenlagen am schmalsten resp. keilförmig nachgearbeitet, die darauf folgenden immer breiter genommen werden, um einen möglichst keilförmigen Querschnitt zu erzielen. Fürchtet man auf steinigen oder ähnlich ungünstigen Boden zu stoſsen, so können die Kränze noch auf verschiedene Art mit Eisen und auch mit Bohlen armirt werden, was ihnen einen noch gröſseren Zusammenhalt und eine gröſsere Widerstandsfähigkeit bei einseitigen Einwirkungen verleiht, als die bloſse Verbolzung und Vernagelung der Bohlen.

Viereckige und ähnlich geformte Brunnen werden sich auf die beim Ausbaggern entstehende kegelförmige Baugrube hauptsächlich mit den Ecken aufsetzen, und werden die Mitteltheile zwischen den Ecken wenig Unterstützung finden, so daſs die Seitenwände der Brunnen wie Gewölbe mit der in Fig. 5 punktirten Druckmittellinie anzusehen sind. In Folge des Horizontalschubs dieser Gewölbe erhalten die unteren Theile des Brunnens das Bestreben auseinander zu gehen, während die oberen Theile zusammengedrückt werden. Es empfiehlt sich deshalb, bei viereckigen und ähnlichen Brunnen, welche sehr tief gesenkt werden sollen und auch vermöge der Bodenbeschaffenheit etc. groſser Inanspruchnahme ihrer Festigkeit voraussichtlich ausgesetzt sein werden, die Seitenwände des Kranzes der Länge nach zu verankern. Auſserdem wird bei derartig geformten Brunnen in Folge der natürlichen Kegelform der gebaggerten Baugruben das Nachstürzen des Bodens viel mehr in der Mitte der Seitenflächen, als in der Nähe der Ecken erfolgen. Um dies möglichst zu verhindern und das Nachrutschen des Bodens möglichst gleich-

mäfsig zu gestalten, empfiehlt es sich, bei grofsen und schwierigen Bauausführungen der Art die Brunnenkränze in der Mitte der geradlinigen Theile höher oder vielmehr tiefer gehend zu gestalten, als in den Ecken (cf. Skizze Fig. 5 im Schnitt), was namentlich bei schmiedeeisernen Brunnenkränzen sehr leicht zu erreichen ist.

Form der Brunnen.

Die natürlichste und allen Einwirkungen am leichtesten widerstehende Form des Querschnitts der Brunnen ist die kreisrunde Form, welche auch bei den zur Wasseransammlung bestimmten Brunnen von jeher im Gebrauch gewesen ist. Dieselbe wurde daher auch bei den Fundirungen zuerst und am meisten angewendet. Um die Flächen für die Weiterführung des Bauwerks zu bilden, geht man mittelst consolenartiger Ueberkragungen in die viereckige oder sonst nothwendige Form über. Die Ausführung dieser äufseren Ueberkragungen aus der Kreisform (Fig. 6) zeigt immer manche Schwierigkeiten und besitzt namentlich auch den Nachtheil, dafs ein ferneres Versenken des Brunnens nach Herstellung derselben kaum noch möglich ist, wenn die Ueberkragung tiefer in den Boden hineinkommt. Bisweilen erscheint aber wider Erwarten ein tieferes Versenken der Brunnen, als ursprünglich angenommen, durchaus nothwendig. Aufserdem bietet die aus Kreisflächen sich zusammensetzende Grundfläche für Bauwerke, welche einem starken Seitenschub widerstehen sollen, wie z. B. Futtermauern etc., weniger Sicherheit und Widerstandsfähigkeit, als eine andere Form, und mufs eventuell, um gleichen Erfolg zu erlangen, den Brunnen ein sehr grofser Durchmesser gegeben werden. Man ging daher zu dem Versuche über, den Brunnen viereckige und andere, dem Bedürfnifs des herzustellenden Bauwerks möglichst entsprechende Formen (Fig. 7) zu geben und hat dabei so gute Erfolge erzielt, dafs jetzt kaum noch andere Querschnittsformen zur Anwendung kommen. Es empfiehlt sich jedoch, bei allen diesen Formen die Ecken im Innern möglichst durch Ueberkragungen etc. abzustumpfen und sich der runden Form hier zu nähern, wodurch eine wesentliche Verstärkung dieser schwächeren Punkte erzielt wird.

Im Längsschnitt werden die Brunnen über dem Kranze gewöhnlich etwas eingezogen (Fig. 8), um die Reibung im Erdboden zu vermindern und so das Senken zu erleichtern. Da die Stärke des Mauerwerks meistentheils die Breite der Kränze übertrifft, so wird der Uebergang durch Ueberkragungen nach Innen gebildet.

Man hat auch versucht, gröfsere Brückenpfeiler nicht auf 3, 4 oder mehreren Brunnen zu gründen, sondern das Fundament des ganzen Pfeilers als einen einzigen grofsen Brunnen in der Form des Pfeilers und unter Zugabe der Bankettstärken zu versenken. Diese Experimente sind jedoch nicht immer geglückt und auch nicht anzurathen, da Brunnen von so colossalen Dimensionen sehr starke Kranzconstructionen verlangen, schwer zu dirigiren sind und durch alle etwa im Baugrunde oder sonst auftretenden Hindernisse zu sehr beeinflufst werden.

Stärke der Brunnenwände.

Betrachtet man zunächst einen kreisrunden Brunnen, als den statisch bestgeformten, bei welchem unter günstigen Bodenverhältnissen und bei vorsichtiger Baggerung der Brunnenkranz stets gleichmäfsig auf der Sohle aufsteht und dieselbe belastet, so wirken auf diesen Brunnen:

1) in horizontaler Richtung der Erd- und Wasserdruck. Wird die Senkung des Brunnens durch Baggern ausgeführt, so wirken diese Kräfte von allen Seiten gleichmäfsig und wird sich, selbst wenn von Innen nur Wasser, von Aufsen Boden etc. drücken, rechnungsmäfsig kein praktisch ausführbares Maafs für die Brunnenwandstärke ergeben. Wird der Brunnen dagegen auf andere Weise gesenkt, so dafs im Innern eine niedrigere Wassersäule etc. entsteht, als von Aufsen, so wirkt die Differenz derselben zusammendrückend und ist die zum Widerstand nöthige Wandstärke nach bekannten Formeln leicht zu ermitteln. Auch hier werden sich nur mäfsige Dimensionen ergeben.

2) in vertikaler Richtung:

a. das Eigengewicht des Brunnens und die zur Beförderung des Sinkens etwa aufgebrachte Belastung;

b. die Reibung an den Aufsenflächen in Folge des Erddrucks und der Adhäsion des Bodens. Diese Reibung wird gewöhnlich nur bei sehr tief zu versenkenden Brunnen und bei wechselnden Erdschichten in Betracht zu ziehen sein, da namentlich dann, wenn in der Tiefe moorige und andere mehr schwimmende Formationen angetroffen werden und darüber lehmiger und thoniger Boden ansteht, ein Abreifsen der unteren Theile der Brunnen, soweit sie die losere Bodenart erreicht haben, eintreten kann. Diesen Gefahren ist durch später anzugebende Hilfsconstructionen zu begegnen und sind dieselben rechnungsmäfsig schwer in Betracht zu ziehen, zumal da sie auf die Stärke der Brunnenwände von geringerem Einflufs sind und die Cohäsion des Mörtels allein ihnen nicht widerstehen wird.

Andererseits können das Eigengewicht und die Belastung bei ungeschicktem Baggern und bei ungleichmäfsigen Bodenarten leicht gefährlich wirken, sobald der Brunnen einseitig aufsteht. Der übrige Theil kragt alsdann consolenartig über und hat erhebliche Spannungen auszuhalten, welche eine Trennung in zwei oder mehr vertikal oder schräg gespaltene Theile herbeiführen können. Einer der ungünstigsten Fälle der Art ist in Figur 9 dargestellt, wo der Brunnen bis zur Hälfte, einschliefslich des Schwerpunktes, noch unterstützt ist, die andere Hälfte aber frei übersteht. Der unterstützte Theil ist im Grundrifs schraffirt angegeben.

Bei ungenügender Stärke und nicht ausreichendem Zusammenhang wird der Brunnen in den Schnittflächen ab und cd des Grundrisses und ef des Längenschnitts auseinanderreifsen.

Die Spannungen im Mauerwerk ergeben sich aus dem Biegungsmoment des überkragenden Theils in Bezug auf die Schnittfläche ef. Bei z. B. 14 Fufs Durchmesser und 2 Fufs Wandstärke liegt der Schwerpunkt dieses Theils auf ca. $5,_4'$ von der Mitte des Brunnens ab. Das Gewicht beträgt etwa 900 Ctr. und ist das Biegungsmoment

$$= 5,_4 \cdot 900 = 4860 \text{ Centnerfufs} = 58320 \text{ Centnerzoll.}$$

Das Widerstandsmoment der beiden Schnittflächen ab und cd ist, auf Zolle bezogen:

$$W = 2\frac{bh^2}{6} = 2 \cdot \frac{24 \cdot 288^2}{6} = 663552$$

und somit die gröfste Spannung bei e und $f = K = \frac{58320}{663552}$ $= 0,_{08}$ Centner, d. h. es wird der Brunnen bei f mit 8 Pfd.

pro □Zoll auf Zug in horizontaler Richtung in Anspruch genommen.

Diesem Zuge entgegen wirkt ebenfalls die Cohäsion des Mörtels und aufserdem der Mauerverband. In solcher Art kann man sich über die verschiedenen Inanspruchnahmen der Festigkeit der Brunnen Rechenschaft geben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dafs der Beton oder das Füllmauerwerk im Brunnen nur um ein Geringes billiger sein wird, als das Brunnenmauerwerk selbst, und dafs ein schwerer Brunnen leichter sinkt und eventuell weniger künstliche Belastung bedarf, so dafs es sich nicht empfiehlt, in Bezug auf die Brunnenstärke zu sparsam zu sein. Nothwendig bleibt es aber, unter allen Umständen im Innern so viel freien Raum zu belassen, dafs das Baggern etc. noch bequem und gut ausgeführt werden kann. Auch wird man den viereckigen und ähnlich geformten Brunnen gern eine etwas gröfsere Stärke im Mauerwerk geben, als den in sich festeren runden Brunnen.

Material der Brunnen und Aufmauerung derselben.

Für die Herstellung der Brunnen empfiehlt sich am meisten die Anwendung guter und scharf gebrannter Klinker und eines guten Cements, welcher je nach der Schwierigkeit des Baues rein oder mit Sand gemischt bis zu 1 Theil Cement auf 3 Theile Sand verwendet wird. Trafsmörtel zur Aufführung der Brunnen zu benutzen, ist durchaus nicht rathsam, da derselbe zu langsam abbindet und erhärtet, auch der Brunnen bis zum Versenken der Luft ausgesetzt ist und Trafsmörtel die Einwirkungen der Luft nicht gut verträgt, sondern nur unter Wasser oder im Innern starker Mauermassen seine sonst so vorzüglichen Eigenschaften zur Geltung bringt.

An Stelle der Ziegelsteine kann man jedoch auch, besonders in den höheren Schichten, bearbeitete Bruchsteine oder Quadern verwenden. Letztere sind namentlich bei Bauwerken, deren Pfeiler aus Quadern gebildet oder mit solchen verblendet werden, für diejenigen Brunnentheile zu empfehlen, welche voraussichtlich über der Flussohle verbleiben werden. Für das Füllmauerwerk kann jedes gute Steinmaterial und jeder hydraulische Mörtel, namentlich also auch Trafsmörtel mit Vortheil benutzt werden.

Steht das Terrain höher an, als der Wasserspiegel, so wird dasselbe zunächst bis auf letzteren abgegraben, der Brunnenkranz verlegt und die Aufmauerung des Brunnens in solcher Höhe ausgeführt, als man einerseits als Gewicht für bequemes Sinken für nothwendig erachtet, andrerseits für den Beginn des Baggerns nicht unbequem ist.

Liegt jedoch das Terrain unter Wasser, so schafft man sich entweder einen künstlichen Baugrund zur Aufnahme des Brunnens durch Anschüttung einer Insel bis zur Wasseroberfläche, oder man hängt den Brunnenkranz mittelst Ketten und Schrauben an ein herzustellendes festes Gerüst oder an ein solches auf fest verankerten Schiffsfahrzeugen.

Wo die Tiefe des Wassers, die Strömung und sonstige Verhältnisse es irgend zulassen, ist die Schüttung von Inseln immer vorzuziehen, da sie auch für den ferneren Bau zur Ablagerung von Materialien etc. manche Annehmlichkeit bieten. Gegen den Angriff des Stromes schützt man sie durch vorgelegte Faschinen und Steine oder durch leichte Streichwände, die gewöhnlich nur an der der Stromrichtung zugekehrten Seite und zwar spitz gegen den Strom anzulegen sind (Fig. 10). Genügt auch dies nicht, so kann man die Insel mit einer leichten Spundwand aus stumpfen Hölzern oder Bohlen (ohne Feder und Nuth) oder mit einer Stülpwand aus übereinander greifenden Bohlen oder Brettern einfassen.

Senken der Brunnen.

Das Senken der Brunnen wird bekanntlich dadurch bewirkt, dafs man den Boden im Innern unter dem Brunnen trichterförmig entfernt und dafs durch den Druck des Brunnens derjenige Boden in die gefertigte Grube nachfällt, auf welchem die Brunnenwand steht. Durch ein möglichst gleichmäfsiges Lösen des Bodens wird ein gleichmäfsiges Sinken herbeigeführt. Nimmt der Brunnen eine etwas schiefe Stellung ein, so mufs schleunigst an der der gröfseren Senkung entgegengesetzten Seite der Boden entfernt werden, damit der Brunnen hier nachsinkt und sich wieder gerade richtet. Ein ruckweises Sinken ist möglichst zu vermeiden, da es leicht Beschädigungen zur Folge hat; es ist deshalb der Boden stets in d ü n n e n Schichten aus dem inneren Brunnenraum zu entfernen. Bei äufserlich viereckigen Brunnen ist namentlich zuerst in den Ecken der Boden zu lösen, da er unter der Mitte der Wände leichter selbst hervordringt, wie früher auseinandergesetzt worden ist.

Ist nach der Beschaffenheit des Bodens anzunehmen, dafs das Sinken auf Schwierigkeiten stofsen wird, so kann man, vom Kranze ausgehend, Streichbretter anbringen, zwischen denen der Brunnen aufgeführt wird, um aufsen weniger rauhe Flächen zu belassen und die Reibung zu vermindern. Bleibt der Brunnen dennoch stehen, obgleich die Bodenentfernung so weit fortgeschritten ist, dafs hohle Räume unter ihm entstehen, so ist er durch Aufbringen von Schienen etc. so lange zu belasten, bis er weiter sinkt, das Ausgraben aber nicht zu weit zu treiben, damit kein plötzliches Sinken oder gar ein Abreifsen stattfindet.

Ist nach der durch Bohrungen stets vorher genau festzustellenden Beschaffenheit des Bodens ein Abreifsen oder ein Schiefgehen zu befürchten, so wird der Brunnen der Länge nach verankert, indem man vom Kranze aus feste lange Anker durchgehen läfst und in angemessener Höhe einen dünneren Kranz oder gröfsere eiserne Scheiben auflegt und fest verschraubt (Fig. 11). Soll die Verankerung noch fortgesetzt werden, so werden die neu anzusetzenden Anker entweder unter denselben Scheiben resp. dem Zwischenkranz befestigt, oder mit Schraubenmuffen auf das Ende der ersten Anker angeschraubt. In besonders schwierigen Fällen und namentlich wenn sich grofse Steine und andere Hindernisse im Baugrunde befinden, auf welchen einseitiges Festsitzen der Brunnen zu befürchten steht, kann man dieselben aufser der Verankerung oder der Anbringung von Streichbrettern noch fafsartig mit eisernen Bändern umgeben und ihnen schliefslich durch diese Mittel eine grofse Festigkeit verleihen, zumal wenn man nach der Aufmauerung nicht zu schnell mit dem Senken vorgeht und eine bessere Erhärtung des Cementmörtels abwartet.

Das Lösen des Bodens unter dem Brunnen erfolgt gewöhnlich am billigsten und sichersten durch directes Ausgraben unter Wasserhaltung durch Pumpen, wobei das Heben und Entfernen des Bodens durch Werfen, bei gröfseren Höhen auf Zwischengerüste, oder mittelst Kübel und

Winden geschieht. Wird der Wasserandrang zu stark, oder ist man so tief gelangt, dafs man ein Eindrücken des Brunnens durch den äufseren Wasserdruck befürchtet, so wird die Bodenbeseitigung durch Baggern fortgesetzt. Hierzu empfiehlt sich, namentlich in Sandboden, am meisten der einfache und gewöhnliche Sackbohrer. Wo dieser bei schwereren Bodenarten nicht ausreicht, wendet man die indische Schaufel, senkrechte Handbagger oder selbst leichte Dampfbagger an. Einzelne gröfsere Steine, Holzstücke und ähnliche Hindernisse sind durch Teufelsklauen etc., und wenn sie sich unter dem Brunnenkranze befinden, am sichersten durch Taucher zu entfernen.

Beim Senken eines Brunnens bildet sich in dem umgebenden Boden stets ein trichterartiger Bereich, in welchem der Boden aufgelockert wird, da bei dem Ausbaggern etc. nicht nur der unter dem Brunnenkranz stehende Boden in die Baugrube fällt, sondern auch Theile des umgebenden Bodens mehr oder weniger nachfolgen. Ist ein Brunnen gesenkt und ein anderer wird neben demselben aufgestellt, so trifft dieser mit der einen Seite auf den vorgenannten losen Boden und ein Schiefgehen ist beim Senken fast unvermeidlich. Um diesem Nachtheil vorzubeugen, empfiehlt es sich, alle Brunnen eines Pfeilers etc. möglichst gleichzeitig und gleichmäfsig zu senken.

Betoniren und Ausmauern.

Wenn der Brunnen bis zur richtigen Tiefe gesenkt und die Sohle der Baugrube gut abgeglichen ist, so erfolgt das Betoniren. Kann der Beton 3 Wochen und länger stehen bleiben, so ist Trafsmörtel, anderenfalls Cementmörtel, aus 1 Theil Cement und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Theilen Sand bestehend, zu empfehlen, wozu $5\frac{1}{2}$ bis 6 Theile Steinschlag verwendet werden. Die Stärke des Betons richtet sich nach der Wassertiefe und hat bei einem specifischen Gewicht des Betons von ca. $2{,}_4$, mit welchem er gegen den Auftrieb des Wassers wirkt, $\frac{1}{2{,}_4}$ der Wassertiefe zu betragen. Sind die Wände des Brunnens im Innern überkragt, so kann der Beton auch etwas schwächer hergestellt werden, da derselbe sich alsdann gegen diese Ueberkragung stemmt und wie ein umgekehrtes Gewölbe wirkt. Man mufs ihm jedoch die Zeit zur ausreichenden Erhärtung hierbei gewähren. Bei sehr tief gehenden Brunnen wird die Betonirung jedoch viel stärker ausgeführt und ist es überhaupt eine Geldfrage, die sich durch eine vergleichende Berechnung feststellen läfst, ob der Beton oder das Füllmauerwerk mit dem Wasserpumpen theurer wird. Ein grofser Unterschied wird sich hierbei nicht ergeben, da das Mauern und Herabschaffen der Materialien in dem engen Brunnenraum auch kostspielig ist, und wird es sich zur Schonung der Brunnen stets empfehlen, die Betonirung reichlich zu bemessen. Ist die Erhärtung erfolgt, so wird der Brunnen ausgepumpt und mit Bruch- oder guten Ziegelsteinen in irgend einem hydraulischen Mörtel ausgemauert; diejenigen Brunnentheile aber, welche über dem kleinen Wasserstand stehen, werden abgebrochen.

Stellung und Verbindung der Brunnen und Sicherung gegen Unterspülung.

Die Verbindung der einzelnen Brunnen unter sich erfolgt entweder durch Ueberkragung oder durch Ueberdeckung mit starken Platten oder durch kräftige Gewölbe, je nachdem die Stellung der Brunnen und ihre Entfernung von einander ausgeführt ist. Die Stellung der Brunnen hängt aber von der Art des Bauwerks ab, welches darauf errichtet werden soll. Zur Fundirung von Futtermauern und gewölbten Brücken, überhaupt bei allen Bauwerken, welche einem Seitenschub zu widerstehen haben, wird man die Brunnen zweckmäfsiger Weise möglichst nah, in Entfernungen von 1 bis 3 Fufs, stellen, bei Pfeilern für eiserne Brücken und andere Bauwerke, welche nur einen senkrechten Druck ausüben, können die Brunnen in weiteren Entfernungen von einander aufgestellt werden.

Zur Sicherung der Brunnen gegen Unterspülungen ist es erforderlich, dafs dieselben nicht nur bis auf den tragfähigen Boden, was selbst gegen Ausweichen dieses Bodens unter der Last des Bauwerks oft nicht genügen wird, sondern bis in angemessene Tiefe in denselben hinein versenkt und dafs sie bei Bauten in Flüssen etc. mit einer der Strömung entsprechenden Steinschüttung umgeben werden.

In dieser möglichst s o r g f ä l t i g und möglichst r e i c h l i c h auszuführenden Schüttung aus Steinen in einer der Strömung angemessenen Gröfse liegt die Hauptsicherheit aller Strompfeiler begründet, und darf bei deren Ausführung am allerwenigsten gespart werden.

Anwendbarkeit der Brunnenfundirung.

Die Fundirung mit Senkbrunnen ist bei allen Arten von Bauwerken anwendbar, wenn überhaupt tragfähiger Boden erreicht werden kann. Steht derselbe sehr tief oder sind die Wasserstände zu erheblich, so dafs gewöhnliche Brunnen und Baggerungsmethoden nicht mehr ausführbar erscheinen, so greift man zu der pneumatischen Senkungsmethode. Bei schwimmendem Gebirge, Mooren von unerreichbarer Tiefe etc. und allen solchen Formationen, bei welchen die Tragfähigkeit des Bodens nur durch Comprimirung herzustellen ist, können die Brunnen natürlich keine Verwendung finden.

Stattgehabte Ausführungen von Brunnenfundirungen bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

a. Die Fundirung des Viaducts über den Schifffahrtscanal und die Boulevards in Berlin, ausgeführt im Jahre 1869.

Die Mittelpfeiler des Viaducts, welche $15{,}_{600}{}^{m}$ (49′ $8\frac{1}{2}$″) lang und $3{,}_{139}{}^{m}$ (10′) breit sind, stehen an der Böschung des Canals und sind auf 3 Brunnen fundirt, die sich der Form der Pfeiler (nach Fig. 12) genau anschliefsen. Die Brunnen haben einen Zwischenraum von je 1 Fufs, sind $0{,}_{942}{}^{m}$ (3′) stark im Mauerwerk, an den Stellen, wo sie auf den Brunnenkränzen aufsitzen, $4{,}_{708}{}^{m}$ (15′) breit, die beiden äufseren je $5{,}_{545}{}^{m}$ (17′ 8″), der mittlere $5{,}_{335}{}^{m}$ (17′) lang, und ziehen sich weiter oben auf eine Breite von $4{,}_{289}{}^{m}$ (13′ 8″) in entsprechender Länge zusammen.

Die Kränze bestehen aus nur 2 Lagen 3zölliger Bohlen von 22″ Breite (Fig. 13), sind jedoch durch 6″ hohes und $\frac{1}{4}$″ starkes Blech nach Skizze Fig. 14 armirt. Die Unterkante dieses Blechs ist auf den äufseren geraden Seiten der Brunnen horizontal gehalten und nicht parabolisch ausgeführt, weshalb beim Senken sich von den Seiten sehr viel Boden in die Baugrube drückte und das $1\frac{1}{2}$fache des Bodenquantums gefördert werden mufste, welches unter den Brunnen selbst sich befand und ihrem Inhalte entsprach.

Bei der geneigten Lage der Baustelle (Canalböschung) mufste (Fig. 15) eine horizontale Fläche theils durch Eingraben, gröfstentheils aber durch eine Anschüttung gebildet und diese zur Verhinderung einer Benachtheiligung der Schifffahrt im Canal durch eine Holzwand zusammengehalten werden. Zu diesem Zwecke wurden in 5 Fufs Entfernung von den anzulegenden Brunnen 7″ starke Leitpfähle eingerammt, an diese Rahmen von 6″/6″ angeschraubt und hinter denselben Tafeln von 6′ Breite, 7′ Höhe, aus $1\frac{1}{2}$″ starken Brettern vorher zusammengesetzt, mit leichten Handrammen circa 1 Fufs tief in die schlammige Canalsohle eingerammt. Die Ausfüllung geschah mit Sandboden aus den benachbarten Baugruben und wurde dieselbe durch Ueberpumpen von Wasser aus dem Canal zu möglichster Consolidirung gebracht.

Die Verlegung der Kränze erfolgte in 8′ Höhe am Canalpegel, während der höchste Wasserstand 9′ 6″, der gewöhnliche Mittelwasserstand ca. 7′ betragen. Die Brunnen wurden zunächst auf 8 Fufs Höhe in reinem Cementmörtel ausgeführt und durch je 8 Stück lothrechte Anker von $1\frac{1}{4}$″ Stärke, welche sich dem Brunnenkranze anschlossen, verstärkt, um bei der Ungleichmäfsigkeit des Untergrundes ein Abreifsen oder Zerbrechen der Brunnen zu verhüten. Dann wurde dieser Theil, gleichzeitig bei allen 3 Brunnen, bis auf + 1′ am Pegel durch Ausgrabungen in wenigen Tagen gesenkt, wobei eine Doppelpumpe zur Wasserhaltung genügte.

Die Gesammtsenkung sollte bis auf — 6′ am Pegel, also bis 8′ unter der Canalsohle, erfolgen, bis zu welcher Tiefe eventuell Spundwände einzurammen gewesen wären und der tragfähige Boden nicht nur erreicht, sondern um einige Fufs durchfahren war.

Die Brunnen wurden alsdann mit verlängertem Cementmörtel in ganzer Höhe der Art aufgemauert, dafs ihre Oberkante nach vollbrachter Senkung auf + 5′ am Pegel zu liegen kam, von welcher Höhe der Pfeiler in 10 Fufs Stärke aufgeführt werden sollte. Um bei etwaigen höheren Wasserständen gesichert zu sein, wurde sogleich noch ein später zu beseitigender kleiner Fangedamm von ca. 3′ Höhe und 1 Stein Stärke, theils mit Ueberkragung, aufgemauert. Innerhalb desselben, auf dem Rand der Brunnen fand ein Gerüst Platz, welches theils zur Aufnahme der Arbeiter und der das Sinken fördernden Schienenbelastung im Gewicht von ca. 250 Centner, theils zur Aufstellung des Bocks der Winde für die zum Ausbaggern zu benutzenden indischen Schaufeln und einer leichten Bedachung zum Schutz der Arbeiter bestimmt war. Die Senkung der Brunnen eines Pfeilers mittelst Baggerung bis zur erwähnten Tiefe, also um ca. 8′, erfolgte bei einem Canalwasserstand von ca. 7′ am Pegel in 4 bis 5 Tagen und war hierbei die eingebrachte Sandschüttung durch Nachsinken in den Brunnentrichter fast vollständig verschwunden.

Die Ausfüllung der Brunnen mit Beton erfolgte bis zu — 1′ am Pegel, also in ca. 5 Fufs Stärke, wobei Senkkasten von ca. 16 Cbffs. Inhalt mit Klappen, auf beweglichem Gerüst, zur Verwendung kamen. Der übrige Raum wurde ausgemauert.

Die Kosten der Ausbaggerung betrugen 3 Thlr. bis 3 Thlr. 10 Sgr. pro Schachtruthe des mit der indischen Schaufel geförderten Materials, also ca. 25 Thlr. pro gesenkten Fufs des ganzen Pfeilerfundaments, so dafs die ganze Senkung der letzten 8 Fufs auf ca. 200 Thlr. Arbeitslohn pro Pfeiler zu stehen kam. Die vorherigen Ausgrabungskosten unter Wasserhaltung mit Pumpen waren erheblich niedriger. Die Armirung der Kränze und Verankerung der Brunnen kostete pro Pfeiler rot. 230 Thlr., die Spundwand mit Zubehör rot. 250 Thlr.

b. Die neue Eisenbahn-Elbbrücke bei Magdeburg, fundirt im Jahre 1869/1870. (Fig. 16, 17, 18.)

Diese Brücke besitzt 2 mit fortificatorischen Einrichtungen (tambourartigem Abschlufs mit Diamant) versehene Landpfeiler, 4 mittlere Strompfeiler von $14,_{37}$ m (46′) Länge und $5,_{022}$ m (16′) Breite, 2 Uebergangspfeiler von $14,_{280}$ m (45′ 6″) Länge und $4,_{865}$ m (15′ 6″) Breite und 8 Fluthpfeiler von $11,_{927}$ m (38′) Länge und $3,_{138}$ m (10′) Stärke im unteren Pfeilertheile über den Banketts etc. Mit Ausnahme des einen, im stärksten Stromstrich belegenen, auf dem blanken Felsen gegründeten Strompfeilers sind sämmtliche Pfeiler, so wie die Pfeiler für die Mastenkrahne oberhalb und unterhalb der Brücke mit Brunnen fundirt, zu welchem Zwecke im Strome selbst Inseln aus gebaggertem Elbkies geschüttet und durch leichte Streichwände am oberen, dem Strome zugekehrten Theile, sowie durch einige Bruchsteine gegen zu starken Angriff geschützt, im Uebrigen nach Bedürfnifs durch einige Kahnladungen Kies ergänzt worden sind. Das Vorland, auf welchem die Fluthpfeiler erbaut sind, lag + 8′ bis + 12′ am Magdeburger Pegel, während der Wasserstand bei der Fundirung zwischen + 3′ und + $4\frac{1}{2}$′ wechselte. Höhere Wasserstände traten zwar im Winter ein, doch wurde während derselben nicht gearbeitet. Bis zum Wasserstande wurden die Baugruben ausgeschachtet und dann die Kränze verlegt. Der Boden im Strom bestand überall aus Kies, der Boden des Vorlandes in seiner untersten Lage ebenfalls überwiegend aus Kies, darüber jedoch aus Lehm, Thon etc., mit Steinen, Baumstücke netc. gemischt. Die Senkung der Brunnen erfolgte auf dem Vorlande gröfstentheils durch Ausgrabung unter Wasserhaltung mit Doppelpumpen und bei einzelnen Pfeilern unter Anwendung einer Locomobile mit Kreiselpumpen, im Strome, so wie auch bei einzelnen, mehr durch Sand- und Kiesschichten zu treibenden Pfeilertheilen auf dem Lande durch Baggerungen mit Sackbohrern, da die dortigen Schiffer den Mauersand und Kies auf diese Weise in grofsen Massen aus der Elbe gewinnen und eine besondere Gewandtheit in der Handhabung besitzen. Die Senkung fast aller Brunnen erfolgte bis auf den Felsen, welcher bei — 3′ bis — 11′ am Pegel überall anstand und in der Richtung des Stromes ein Fallen von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grad zeigte.

Die ersten, bei Fluthpfeilern benutzten Brunnen (Fig. 16) hatten eine kreisrunde Form und zwar einen unteren äufseren Durchmesser von $4,_{237}$ m (13′ 6″), und eine Zusammenziehung bis auf $3,_{923}$ m (12′ 6″) bei einer Mauerstärke von 2 Stein. Später wurden die Brunnen genau der Pfeilerform angepafst, erhielten bei den Fluthpfeilern (Fig. 17) $4,_{237}$ m (13′ 6″) resp. $3,_{923}$ m (12′ 6″) Länge bei einer Breite von $3,_{923}$ m (12′ 6″), und bei den Strompfeilern (Fig. 18) $4,_{708}$ m (15′) bis $5,_{493}$ m (17′ 6″) Länge bei $5,_{649}$ m (18′) Breite, eine Zusammenziehung bis auf $5,_{179}$ m (16′ 6″) Breite mit entsprechender Länge und eine Mauerstärke von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Stein. Die Entfernung zwischen 2 Brunnen

betrug in den Kränzen $0,_{157}{}^{m}$ (0′ 6″) und oben $0,_{785}{}^{m}$ (2′ 6″), welche durch Gewölbe überspannt ist.

Die Kränze der Fluthpfeiler bestanden aus 3 Bohlenlagen von 4″ Stärke, 12, 15 und 18″ Breite, durch Bolzen und Nägel verbunden, ohne Armirung mit Eisen etc. Die Kränze der Strompfeiler bestanden dagegen aus 4 Bohlenlagen von 3″ Stärke und 15, 19, 23 und 27″ Breite, ebenfalls ohne Armirung.

Die Brunnen wurden aus hartgebrannten Backsteinen (Klinkern) und in den oberen Theilen, soweit sie bei kleinstem Wasser freistehen konnten, aus Werksteinen, in verlängertem Cementmörtel, aus 1 Theil Cement und 2½ Theilen Sand bestehend, aufgeführt. Der Beton, in Stärken von 6′ bis 15′ eingebracht, bestand aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 6 Theilen Steinschlag, gefertigt aus festen Kalksteinen und Grauwacke. Die übrige Ausmauerung erfolgte mit Bruchsteinen und zwar mit Grauwacke aus den Brüchen bei Neustadt-Magdeburg, oder mit Grönaer Rogenstein (Kalkstein) theils in verlängertem Cement, gröfstentheils aber in Trafsmörtel, bestehend aus 1 Theil Beckumer hydraulischen Kalk, ½ Theil Trafs und 1½ Theil Sand.

Das Senken der Brunnen der Fluthbrückenpfeiler des linken Ufers zeigte sich am schwierigsten, da dort mehrfach Baumstämme und einzelne gröfsere Steine, bei einigen Brunnen sogar verlorene, ganz dünne Grauwackenschichten angetroffen wurden, welche durchteuft werden mufsten, da sich unter denselben noch eine Schicht von weichem Lehm etc. über dem festen Felsen befand. Zur Beseitigung dieser Hindernisse wurden Teufelsklauen benutzt und wo diese nicht ausreichten, Taucher in guten französischen Taucheranzügen hineingeschickt, welche letztere besonders gute Dienste leisteten. Auch kamen dieselben in Thätigkeit, wenn die Brunnenkränze auf einer Seite auf den Felsen trafen, während bei der wenn auch nur geringen Steigung der Oberfläche desselben die andere Seite noch auf dem Kies ruhte, um hier gröfsere und festere Steine zur Unterstützung des Kranzes unterzubringen und zu verkeilen, so wie das Grundbett zur Aufnahme des Betons möglichst zu reinigen. Sobald letzterer erst eingebracht war, ruhte der Brunnen nicht nur auf dem Kranze, sondern zufolge seiner im Innern ausgekragten Form auch auf dem Betonblock, welcher fest auf dem Felsen lagerte, und hat sich an keinem Brunnen oder Pfeiler irgend ein Rifs oder eine Beschädigung gezeigt. Die runden Brunnen wurden oben durch consolenartige Ueberkragungen in ein Viereck übergeführt und alle Brunnen eines Pfeilers, deren es bei den Mittelpfeilern stets 3 Stück, bei den Landpfeilern dagegen 5 Stück gab, durch Bögen verbunden. Die Oberkante der Brunnen wurde bei den Strompfeilern je nach den Wasserständen auf 3′ 6″ bis 5′ 6″ am Magdeburger Pegel abgeglichen und wurden hierauf die Pfeiler aufgeführt.

Die Kosten des Senkens der Brunnen haben durchschnittlich 19 Thlr. pro steigenden Meter Brunnen betragen und belief sich die tiefste Senkung nur auf ca. $4,_{5}{}^{m}$. Bei dem Pfeiler Nr. XI stand der Felsen ausnahmsweise hoch auf 0 bis — $1,_{2}$′ an und fiel stromabwärts etwas stärker ab. Beim Senken der Brunnen wurde hierauf nicht rechtzeitig geachtet und nahm der untere Brunnen eine schräge Stellung der Art an, dafs der tiefste äufserste Punkt desselben ca. ¾′ tiefer zu stehen kam, als die höchste obere Seite. Diese Schrägung ist in der Uebermauerung ausgeglichen und hat keinerlei nachtheilige Folgen gezeigt. Die Zwischenräume zwischen den Brunnen sind nach Ausbaggerung des Sandes mit Beton möglichst ausgefüllt und die Brunnen nach Beseitigung des umgebenden Sandes mit Steinschüttungen sorgfältigst umgeben und geschützt, auf deren gute Unterhaltung durch Peilungen und Nachfüllung stets geachtet wird.

c. Die Ehle-Brücke bei Biederitz,

welche zugleich den neuen Elbe-Umfluthscanal überspannt, ist im Jahre 1870 fundirt und enthält 2 Landpfeiler und 29 Mittelpfeiler, welche sämmtlich, mit Ausnahme von 2 Pfeilern, auf Brunnen gegründet sind. Die Mittelpfeiler haben runde Vorköpfe, sind mit denselben $9,_{233}{}^{m}$ (29′ 5″) lang und $2,_{197}{}^{m}$ (7′) breit. Die Brunnen sind theils kreisrund, theils schliefsen sie sich der Pfeilerform genau an und sind fast durchgängig 3 Brunnen zur Anwendung gekommen.

Nur bei 2 Pfeilern ist es versucht worden, den ganzen Pfeiler mit einem grofsen, der Pfeilerform mit 1 Fufs Ueberstand angepafsten Brunnen zu gründen. Der eine derselben ist glücklich ausgeführt, der andere gerieth auf Baumstämme, zerbrach und mufste wieder entfernt werden. Bei zwei Pfeilern zeigten sich so viele alte Baumstämme im Untergrunde, dafs die Brunnenfundirung aufgegeben und Spundwände, die zum Theil die Baumstämme umfafsten, angewendet worden sind. Viele Brunnen sind übrigens unerachtet der angetroffenen Baumstämme glücklich versenkt worden, nachdem die Holzstücke theils nach Aufgrabung unter Wasserhaltung im Brunnen mittelst Doppelpumpen und Kettenpumpen, theils nach Zerstörung mit Instrumenten und durch Taucher entfernt waren.

Das Terrain stand zum Theil bis 9 Fufs über dem mittleren Wasserstand, bei zwei Pfeilern 5 bis 6 Fufs unter demselben. Im letzten Falle wurde eine Sandschüttung zur Aufnahme der Kränze angewendet, in dem ersteren Falle bis zu bequemer Tiefe ausgeschachtet. Der Boden bestand in seinen oberen Lagen aus schwerem Lehmboden, darunter befanden sich Lagen von Sand, leichtem Lehm, Kies etc. und stand in der Tiefe, jedoch in sehr verschiedenen Ordinatenhöhen, überall Kies an. Die Brunnen wurden sämmtlich bis in den festen Kies gesenkt und haben sehr verschiedene Längen, von 8′ bis 19′, erhalten. Die Kränze bestanden aus 3 Lagen 3zölliger Bohlen, welche in den untersten Lagen schmäler wurden und untereinander verschraubt waren.

Die Brunnen haben eine Stärke von 1½ bis 2 Stein erhalten und sind aus hart gebrannten Ziegelsteinen in verlängertem Cementmörtel aufgeführt. Die Betonirung ist 3 bis 5′ stark hergestellt und die Ausmauerung über derselben in Bruchsteinen bewirkt.

d. Die Ehle-Brücke bei Gommern

besteht nur aus einer Oeffnung von 22^{m} lichter Weite und enthält daher nur 2 Landpfeiler, welche bei der geringen Breite des Flufslaufs im Sommer zu beiden Seiten desselben auf der Wiese stehen. Da die Bahn tief liegt und den Flufs unter einem Winkel von 60° schneidet, so ist eine schräge eiserne Brücke mit ziemlich schwachen Pfeilern gewählt.

Der moorhaltige Wiesengrund hat eine Stärke von nur $0,_{3}$ bis $0,_{5}{}^{m}$ und liegt unter demselben Sand und später fester, sehr steiniger Kies. Es sollte daher versucht werden,

die Brücke ohne künstliche Mittel zu fundiren und später durch Steinschüttung zu sichern. Das Terrain lag auf $54,_1$ m über dem 0-Punkt des Amsterdamer Pegels, der damalige Wasserstand auf $53,_6$ m, die Flufssohle ppr. $53,_0$ m, und sollten die Fundamente mindestens bis auf $51,_0$ m gebracht werden. Bis zu $52,_3$ m war es möglich, die Baugrube mit zwei Doppelpumpen und einer Anzahl Eimer trocken zu halten, dann zeigten sich aber so starke Quellen und gerieth der Untergrund so in Bewegung, dafs jede weitere Arbeit aufgegeben und der Entschlufs gefafst wurde, Brunnen anzuwenden und bis auf + 50m zu senken. Jeder Pfeiler erhielt 5 Brunnen, und zwar 3 quadratische und 2 Eckbrunnen nach Form des Pfeilerendes. Die Kränze bestanden aus 3 Bohlenlagen von $0,_2$, $0,_3$ und $0,_4$ m Breite bei $0,_{08}$ m Stärke. Die Brunnenwände waren 1½ Stein stark, die mittleren Brunnen unten $2,_{75}$ m lang und $2,_9$ m breit, oben $1,_{95}$ m und $2,_1$ m grofs. Die Baugrube wurde bis zum Wasserspiegel wieder zugefüllt und die Brunnen hierauf errichtet und dann durch Ausbaggern mit Sackbohrern und tiefer im Kies etc. mit Handbaggern gesenkt, was bei den vielen grofsen Steinen langsam aber glücklich von statten ging.

Nur die spitzen Ecken der fünfeckigen Brunnen machten viel Schwierigkeiten und wollten nicht sinken, so dafs es sich empfiehlt, solche spitze Ecken bei Brunnen nicht anzuwenden.

Die Brunnen sind in verlängertem Cementmörtel (1 Th. Cement, 2½ Th. Sand) ausgeführt; zum Beton sind auf $0,_{15}$ kbm Cement $0,_{45}$ kbm Sand und 1 kbm Steinschlag verwendet worden, also im Verhältnifs von $1 : 3 : 6,_{66}$.

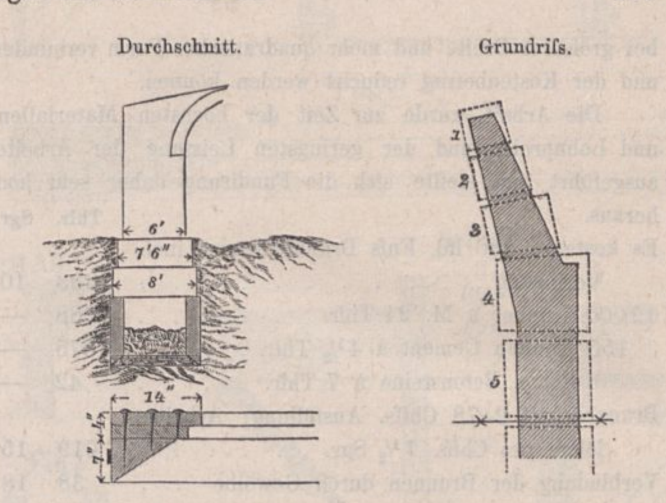
Die Kosten stellen sich bei einer Fundirung von $3,_8$ m unter Wasser auf

		Thlr.	Sgr.	Pf.
145 kbm	Ausschachtung à 6 Sgr. . . .	29	—	—
$7,_{12}$ -	Holz-Brunnenkränze à 30 Thlr.	213	8	—
$89,_{25}$ -	Brunnenmauerwerk à 9½ Thlr.	847	26	3
$8,_{25}$ -	Verbindungsbögen à 10½ Thlr.	86	18	9
$42,_4$ -	Beton à 10⅓ Thlr.	438	4	—
$55,_5$ -	Bruchsteinmauerwerk à 8⅓ Thlr. in den Brunnen mit Cementmörtel	462	15	—
$28,_9$ -	über denselben zur Ausgleichung desgl. à 7⅚ Thlr.	226	11	6
38 fallende Meter Brunnen gesenkt à 27 Thlr.		1026	—	—
230 Tonnen Cement à 6 Thlr.		1380	—	—
Wasserschöpfen beim Herstellen der Bögen und Insgemein		490	6	6
	Summa . .	5200	—	—

Gewöhnliches Fundament-Mauerwerk in verlängertem Cementmörtel incl. Aufgrabung, excl. Wasserschöpfen, Spundwände etc. hätte bei denselben Einheitssätzen ca. 4000 Thlr. gekostet, mit Spundwänden etc. dagegen voraussichtlich 8000 bis 10000 Thlr.

e. Kleinere Bauwerke an der Wannensee-Bahn.

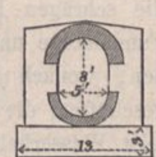
Das eine Widerlager mit Flügeln einer gewölbten Wegeunterführung gerieth bald unter der Sohle des Bauwerks derartig in Quellsand mit feinem Lehm gemischt, dafs eine Fortsetzung der Aufgrabung unmöglich war. Auch hier wurden Brunnen, und zwar 10 Stück von verschiedener Gröfse, nach der nachstehenden Skizze angewendet und die Fundirung sehr rasch und sicher ausgeführt.

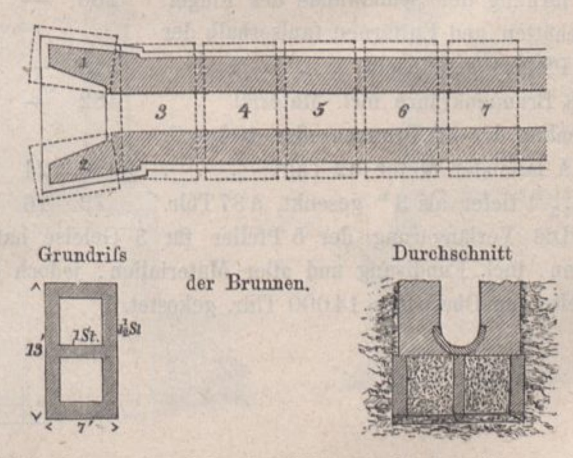


Es hat 1 Cbffs. Brunnen, incl. Kränze, Senken, Ausfüllen etc., im Ganzen 21 Sgr. gekostet. —

Im Nicolausthal liegt eine torfartige Moorbildung von ca. 10m Stärke an der tiefsten Stelle und darin ein Abzugsgraben, welcher behufs Durchflöfsung von Baumstämmen in einer Weite von $1,_6$ m überwölbt werden mufste. Durch Verlegung des Grabens an den östlichen Thalrand war es möglich, eine schon mit Sand überdeckte Stelle zu erreichen, an welcher der Moorboden nur noch eine geringe Tiefe von ca. 2m besafs.

Bei einer Dammhöhe von 28' erhielt das Bauwerk incl. der Flügel eine Länge von $123,_{75}$'. Die Sohle des Mauerwerks kam 7' unter das Wiesenterrain zu liegen und wurde zur gröfseren Sicherheit ein durchgehendes Fundament mit Erdgewölbe nach nebenstehender Skizze angenommen. Die Hälfte des Bauwerks konnte in dem ziemlich zähen und fest anstehenden Torf mit einfacher Ausschachtung in kurzen Partieen und Wasserwältigung fundirt werden. Der andere Theil näherte sich jedoch mehr dem hohen Thalrande und mufste zum Theil in denselben eingeschnitten werden. Hierbei ergab sich ein starker Druck und brachen so lebhafte Quellen hervor, dafs eine derartige Fortsetzung des Baues unmöglich wurde. Bei der späten Jahreszeit würde die Beschaffung und Einrammung von Spundwänden zu lange gedauert haben. Auch war zu befürchten, dafs der fertige Theil des Bauwerks durch die heftigen Erschütterungen leiden würde. Es wurde daher auch hier zur Fundirung mit Brunnen übergegangen und 7 Brunnen versenkt, welche die zweite Hälfte des ganzen Bauwerks aufnahmen. Die etwas





schmalen Brunnen sind in der Mitte durch einen Steg getheilt, was nicht erforderlich war. Auch hätte die Zahl derselben

bei gröfserer Breite und mehr quadratischer Form vermindert und der Kostenbetrag reducirt werden können.

Die Arbeit wurde zur Zeit der höchsten Materialien- und Lohnpreise und der geringsten Leistung der Arbeiter ausgeführt und stellte sich die Fundirung daher sehr hoch heraus.

	Thlr.	Sgr.
Es kosteten 280 lfd. Fufs Brunnenkränze incl. Verlegung	233	10
12000 Klinker à M. 24 Thlr.	288	—
150 Tonnen Cement à $4\frac{1}{2}$ Thlr.	675	—
6 Schm. Betonsteine à 7 Thlr.	42	—
Brunnen mit 2478 Cbffs. Ausfüllung, Arbeitslöhne pro Cbffs. $7\frac{1}{2}$ Sgr.	619	15
Verbindung der Brunnen durch Gewölbe . .	38	18
5 Brunnen tiefer zu senken, Zulage à Cbffs. 6 Sgr., also für 1015 Cbffs.	203	—
Summa . .	2099	13

Es kostete somit

1 Cbffs. Brunnen mit Ausfüllung, Senken etc. complett rot. 25 Sgr.

f. Die Verlängerung der Eisenbahn-Brücke über den Jacobs-Graben (Umfluthbrücke der Havel) bei Brandenburg

erstreckte sich in 3 Geleisebreiten mit $14_{,58}$ m ($46\frac{1}{2}$ ') auf 2 Landpfeiler und 3 Mittelpfeiler.

Um diese Arbeiten ausführen zu können, waren zunächst die schrägen Flügel der alten Brücke einschliefslich ihrer Fundamente und der sie umgebenden Spundwände zu entfernen, wonach Inseln aus Sand bis über den Wasserspiegel geschüttet, die Brunnen hierauf gestellt und bis zu $\frac{2}{3}$ mittelst Wasserhaltung und Ausgrabung, dann durch Ausbaggern mit Sackbohrern versenkt wurden. Der Untergrund bestand bei einer Wassertiefe von ca. 1 m auf ca. 1 m aus torfigem Moorboden, worauf Sand folgte. Die viereckigen Brunnenkränze sind aus 3 Lagen 2zölliger Bohlen und einem scharfkantigen unteren Verbandholz nach Skizze Fig. 19 gefertigt, waren $1_{,88}$ m und $2_{,19}$ m (6' und 7') in den Seiten grofs und kosteten im Arbeitslohn $3\frac{1}{2}$ Thlr. pro Stück. Die Brunnen wurden $1\frac{1}{2}$ Stein stark, in Höhe von $2_{,66}$ m ($8\frac{1}{2}$ ') ausgeführt und auf 5 Fufs Höhe mit 4 schwachen eisernen Ankern versehen. (Fig. 20). Die Betonirung erfolgte in Stärke von $0_{,75}$ m.

Die Kosten betrugen:	Thlr.	Sgr.	Pf.
1. Abbruch des alten Mauerwerks und Entfernung der Spundwände der Flügel	200	—	—
2. Schütten und Entfernen (aufserhalb der Pfeiler) der Inseln	210	—	—
3. 33 Brunnenkränze incl. Material . .	482	—	—
4. Senken der 33 Brunnen oder $106_{,15}$ m, à fallender Meter 32 Thlr. . . .	3396	24	—
5. $2_{,15}$ m tiefer als 3 m gesenkt, à 37 Thlr.	79	16	6

Die Verlängerung der 5 Pfeiler für 3 Geleise hat im Ganzen, incl. Fundirung und aller Materialien, jedoch excl. des eisernen Oberbaues 14000 Thlr. gekostet.

In ähnlicher Weise ist auch die Brücke über den Brance-Graben bei Brandenburg für 2 Geleise verbreitert und auf Brunnen fundirt worden.

g. Auch bei der Ausführung von Hochbauten hat die beschriebene Fundirungsmethode vielfach Anwendung gefunden, so z. B. schon im Jahre 1859/1860 bei der Erbauung neuer Locomotiv-Reparatur-Schuppen zu Potsdam, dann im Jahre 1868 bei der Herstellung eines neuen Locomotiv-Schuppens in Genthin und endlich im vergangenen Herbst und jetzt bei der Anlage eines neuen Giefserei- und Magazin-Gebäudes für die Locomotiv-Werkstätten in Potsdam.

In der Baustelle des Locomotiv-Schuppens zu Genthin fand sich eine nach Süden ausgehende Torfschicht, welche sich an der nordöstlichsten Ecke des Gebäudes am stärksten zeigte und hier 6 m Tiefe besafs.

Der Schuppen wurde auf Pfeilern aufgeführt, welche durch Bögen verbunden waren. 16 Pfeiler konnten in gewöhnlicher Weise auf dem unter dem Torf anstehenden Sande gegründet werden. Bei den übrigen 24 Pfeilern war die zu durchfahrende Torfschicht zu mächtig und der Wasserandrang zu stark, so dafs kreisrunde Brunnen von 5 Fufs äufserem Durchmesser, 1 Stein stark, versenkt werden mufsten. Die Pfeiler resp. Brunnen stehen 12' 3" von Mitte zu Mitte entfernt.

Die Reinigungsgräben der Locomotivstände sind auf einer Sandschüttung mit Erdgewölben ausgeführt.

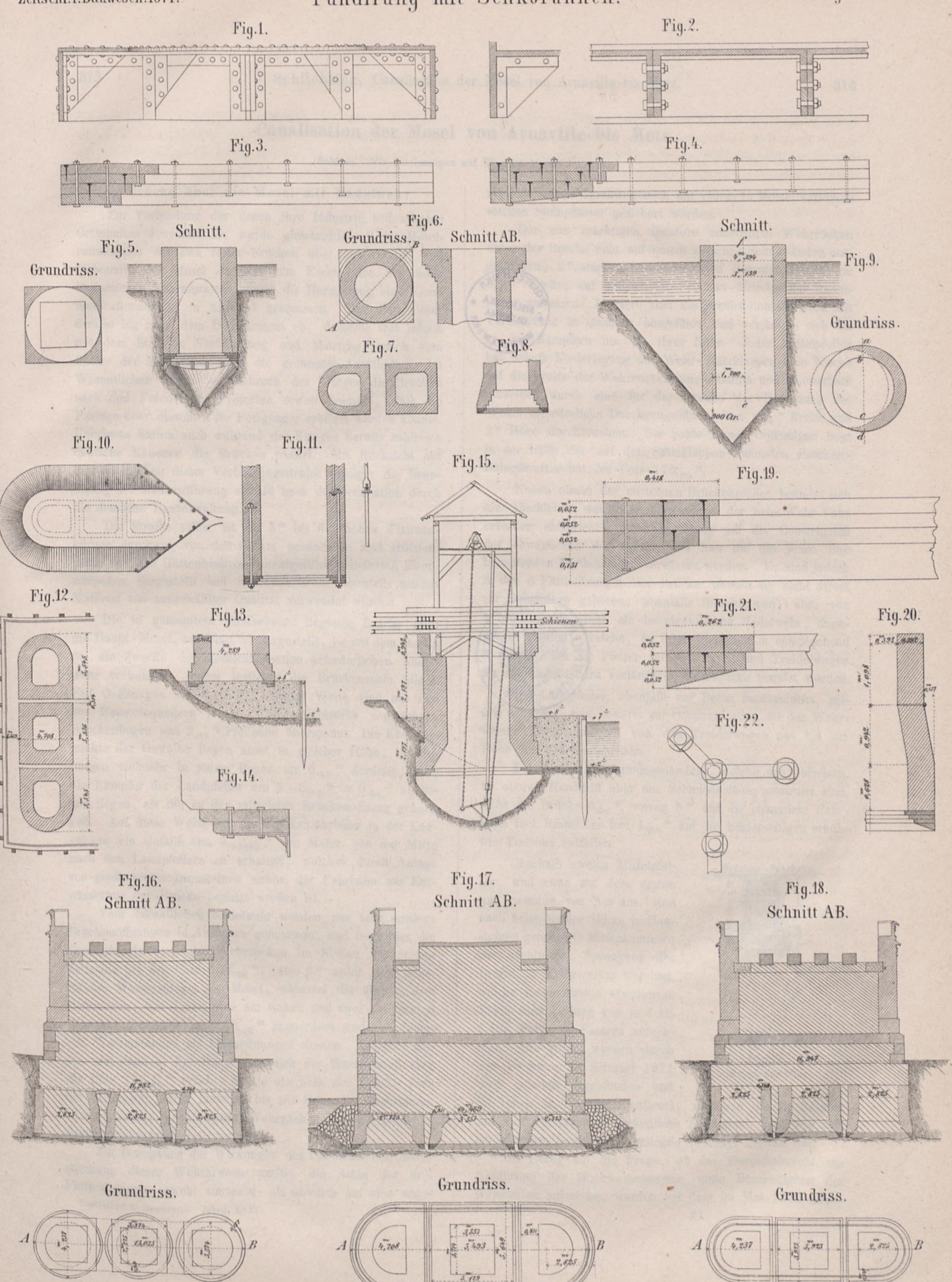
Das neue Giefserei-Gebäude zu Potsdam wird auf einer Stelle errichtet, wo sich früher eine torfige Wiese befand, zur Bildung des Bahnhofs eine Aufschüttung von ca. $2_{,2}$ m (7 Fufs) ausgeführt ist und der feste Baugrund erst in einer Tiefe von 5 bis 6 m unter dem Bahnhofs-Niveau gefunden wird. Es wurde deshalb auch hier beschlossen, einen Bau auf Brunnenpfeilern mit Bögen auszuführen.

Die Brunnen haben kreisrunde Form mit $1_{,84}$ m äufserem Durchmesser und stehen $4_{,75}$ m von einander entfernt. Die Verbindungsbögen sind $3\frac{1}{2}$ Stein breit und 2 Stein stark ausgeführt. An den 4 Ecken sind in der Diagonale des Gebäudes 4 Verstärkungsbrunnen versenkt (Fig. 21), um den Seitenschub der halbkreisförmigen Verbindungsbögen aufzunehmen.

Die Brunnenkessel sind kreisrund, einen Stein stark auf 10" breiten Brunnenkränzen, welche aus drei 2" starken Bohlen mit keilförmiger Spaltung der untersten Lage gebildet sind, in Höhe von $2_{,5}$ bis $2_{,7}$ m aufgeführt, durch Ausbaggerung mit Sackbohrern gesenkt, auf 4 Fufs mit Beton aus Ziegelstücken und verlängertem Cement gefüllt und dann ausgemauert.

Der fallende Fufs Brunnen hat mit allen Materialien und der Senkung etc. $14_{,3}$ Thlr. gekostet. Der Beton ist aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 6 Theilen Ziegelstücken gebildet und der Mörtel zur Aufführung der Brunnen aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand gefertigt.

Quassowski.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Grundriss.
Schnitt.
Fig. 6.
Grundriss.
Schnitt AB.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Schnitt.
Grundriss.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Schienen
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 16.
Schnitt AB.
Fig. 17.
Schnitt AB.
Fig. 18.
Schnitt AB.
Grundriss.
Grundriss.
Grundriss.
Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin

Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz.

(Schlufs. Mit Zeichnungen auf Blatt 53 bis 56 im Atlas.)

c. Brücke über die Mosel mit Nadelwehr.

Zur Verbindung der durch ihre Industrie bedeutenden Ortschaften Jouy und Ars wurde gleichzeitig mit der Moselcanalisation der Bau fester Brücken über den Haupt- und Nebenarm der Mosel daselbst zum Ersatz der bis dahin bestandenen Fähranstalten, sowie die Herstellung einer Communicationsstrafse in Aussicht genommen. Der Bau dieser Strafse lag zwar dem Departement ob, dasselbe trat jedoch mit dem Staat in Verhandlung und übertrug sonach dem Leiter der Moselcanalisation die gesammte Ausführung. Im Wesentlichen waren bei Ausbruch des Krieges die Brücken nach den Frécot'schen Projecten soweit beendet, dafs die Passage über dieselben für Fufsgänger eröffnet werden konnte. Uebrigens hatten auch während des Krieges bereits zahlreich deutsche Kanonen die Brücken passirt. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Verbindungsstrafse erfolgte die Beendigung der Bauausführung alsbald nach der Occupation durch die deutsche Bauverwaltung.

Die Strafse selbst ist im 5^{m} bis 6^{m} hohen Planumskörper durchweg von den in Ars producirten und gröfstentheils von den Hüttenbesitzern unentgeltlich gelieferten Eisenschlacken hergestellt und zur Chaussirung ebenfalls solches Material von ausgewählter Qualität verwendet worden.

Die in genanntem Strafsenzuge liegende Brücke über die Haupt-Mosel, auf Blatt 53 dargestellt, ist mit dem daselbt für die Zwecke der Moselcanalisation erforderlichen Nadelwehr verbunden, indem letzteres die Brückensohle bildet. Eilf Oeffnungen von à $15,_{50}{}^{m}$ lichter Weite sind mit den aus Hausteinquadern von $0,_{75}{}^{m}$ Gewölbestärke construirten Brückenbogen von $2,_{20}{}^{m}$ Pfeilhöhe überspannt. Die Kämpferpunkte der Gewölbe liegen nicht in gleicher Höhe, sie differiren vielmehr in jedem Bogen um $0,_{10}{}^{m}$ derartig, dafs die Kämpfer der Landpfeiler um $5 \cdot 0,_{10}{}^{m} = 0,_{50}{}^{m}$ niedriger liegen, als die zu der mittelsten Brückenöffnung gehörigen. Auf diese Weise hat die Brückenfahrbahn in der Längenaxe ein Gefälle von $0,_{00578}{}^{m}$ pro Meter von der Mitte nach den Landpfeilern zu erhalten, welches durch Anlage von gepflasterten Rinnsteinen neben der Fahrbahn zur Entwässerung der Brücke benutzt worden ist.

Vom eigentlichen Nadelwehr werden nur acht mittlere Brückenöffnungen in Anspruch genommen, und liegt hier die Brückensohle resp. der Wehrrücken im Niveau der Strombettsohle bei der Cote $168,_{00}{}^{m}$, also 2^{m} unter dem angestauten Wasserspiegel der Mosel, während die übrigen drei Oeffnungen, von denen eine am linken und zwei am rechten Ufer mit der Sohle bei $169,_{00}{}^{m}$ angeordnet sind, bei höheren Wasserständen als Fluthöffnungen dienen. Letztere treten erst dann in Function, wenn sich der Wasserstand über die Cote $170,_{00}{}^{m}$ erhebt, da sie oberhalb der Brücke nach der Stromseite durch massive, bis zur Höhe des angestauten Wasserspiegels hinaufgeführte Wehrrücken vom gewöhnlichen Sommerwasserprofil getrennt sind.

Zur Begegnung der Wirkungen des Ueberfalls bei Ueberströmung dieser Wehrkronen mufste die Sohle der drei Fluthöffnungen sowohl stromauf- als abwärts auf eine angemessene Länge durchweg noch mit einem in Mörtel verlegten starken Steinpflaster gesichert werden.

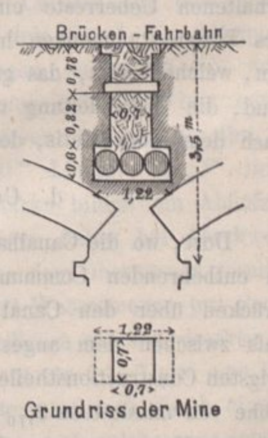
Der aus mächtigen Quadern construirte Wehrrücken unter der Brücke ruht auf einem zwischen Spundwänden ausgeführten, 3^{m} starken, durchgehenden Betonfundament von $8,_{40}{}^{m}$ Breite, auf welches die Brücken-Mittelpfeiler unmittelbar aufsetzen. Letztere sind aus Bruchsteinmauerwerk mit Verblendung in Quadern ausgeführt und verjüngen sich bis zu den Kämpfern um $^{1}/_{20}$ ihrer Höhe. Jeder Mittelpfeiler hat behufs Niederlegung der Wehr-Stützklappen eine Nische auf die Breite der Wehrrückenrinne erhalten und ist oberhalb derselben durch eine für die Zwecke der Bedienung des Wehrs erforderliche Durchgangsöffnung von $1,_{20}{}^{m}$ Breite und 2^{m} Höhe durchbrochen. Die Sohle dieser Oeffnungen liegt in der Höhe der auf den Stützklappen ruhenden Brücken-Belagsbretter bei der Cote $170,_{20}{}^{m}$.

Neben einem der mittelsten Brückenpfeiler befindet sich eine Fischleiter, welche im Allgemeinen der beim Wehr Vaux erbauten entspricht. Auch in Bezug auf die Construction der beweglichen Wehrtheile kann hier auf die jenen Bau betreffenden Mittheilungen verwiesen werden. Es sind jedoch in den 3 Fluthöffnungen der Brücke, obwohl sie nicht direct zur Stauanlage gehören, ebenfalls Stützklappen, aber von 1^{m} geringerer Höhe als im eigentlichen Nadelwehr, angebracht worden, welche, in ihrer Construction entsprechend modificirt, nur als Pfeiler für die bis zu den Treidelwegen an den Landpfeilern verlängerte Wehrbrücke benutzt werden.

Die Landpfeiler, ebenfalls auf Beton fundamentirt, zeigen stromauf- und abwärts zur Communication für den Wehrwärter Treppenanlagen von den Treidelwegen aus bis zur Höhe der Brückenfahrbahn.

Zwischen den Brüstungsgeländern, welche aus Gufseisen, im oberen Handgriff aber aus Schmiedeeisen construirt sind, mifst die Brücke $6,_{80}{}^{m}$, wovon 5^{m} auf die chaussirte Fahrbahn incl. Rinnsteine und $1,_{80}{}^{m}$ auf die beiderseitigen erhöhten Trottoirs entfallen.

Oberhalb zweier Mittelpfeiler, und zwar auf dem ersten und neunten von Ars aus, sind nach beistehender Skizze in Hausteinen gemauerte Minenkammern zur eventuellen Sprengung der Brücke in Kriegszeiten angelegt, welche im untersten erweiterten Theile eine Ladung von je 4 bis 5 Ctr. Pulver in Fässern aufnehmen. Die Minen wurden durch den Verfasser im Sommer 1871 noch geladen vorgefunden und ihr Inhalt in die Mosel entleert, nachdem die im Schacht auf den Pulverfässern befindliche Füllmasse, aus Erde und Steinstücken bestehend, vorsichtig beseitigt worden war.



Grundriss der Mine

In Bezug auf die Frage, ob das Durchflufsprofil zur Abführung der Hochwassermassen ohne Beschädigung der Adjacenten ausreiche, wurden bei dem im Mai 1872 einge-

tretenen bedeutenden Hochwasserstande, welcher nur um $0,_{70}$ m unter dem bekannten höchsten vom Jahre 1844 geblieben ist, eingehende Messungen und Berechnungen angestellt. Danach betrug der Inhalt des Durchflufsprofils von der Brückensohle bis zum Wasserspiegel 480 □m, und es war zur Abführung der Wassermasse, welche durch directe Messungen oberhalb auf der Strecke bei Ancy auf 1052 kbm pro Secunde, bei einer mittleren Geschwindigkeit von $1,_{465}$ m, ermittelt wurde und welche sich durch kleinere Zuflüsse bis zur Brücke noch bis auf rot. 1080 kbm vermehrte, eine mittlere Geschwindigkeit von $\frac{1080}{480} = 2,_{25}$ m innerhalb des Brückenprofils erforderlich.

Es zeigte sich nun während des Hochwassers, als dasselbe den Maximalstand erreichte und für kurze Zeit im Beharrungszustand blieb, ein Stau von nur $0,_{09}$ m oberhalb der Brücke.

Wenn nun auch die in Folge des Brückenbaues hervorgerufene Erhebung des Hochwasserspiegels daselbst als eine bedeutendere im Vergleich zu der Höhe, welche sich in demselben Profile vor Anlage der Brücke gebildet haben würde, angenommen werden mufs, so dürfte hieraus eine irgendwie erhebliche Benachtheiligung der Adjacenten dennoch nicht resultiren, da das Terrain des rechten Moselufers oberhalb der Brücke stark ansteigt, das linke Ufer aber durch einen Hochwasser-Deich geschützt ist, und es kann nach den ermittelten Resultaten auch das Durchflufs-Profil der Brücke, zumal dasselbe gröfser ist als dasjenige der ober- und unterhalb belegenen Moselbrücken, als ausreichend angesehen werden.

Das gesammte Bauwerk gewährt durch seine Ausdehnung, nicht minder durch seine saubere und architektonische Ausbildung einen imposanten Anblick und trägt im Verein mit der Verbindungs-Chaussee und den darin aufserdem noch vorhandenen, ebenfalls opulent ausgeführten Brücken über den Zweigcanal bei Ars und den Hauptcanal bei Jouy zur Erhöhung des landschaftlichen Reizes wesentlich bei, um so mehr, als im Hintergrunde, in der Nähe dieses Zeichens moderner Baukunst, die zwischen weinbelaubten Gärten und Anhöhen auf beiden Ufern der Mosel zum Theil noch wohl erhaltenen Ueberreste eines römischen, aus dem Zeitalter des Trajan stammenden hochgewölbten Aquaducts hervortreten, welcher einst, das ganze Moselthal daselbst überschreitend, die Wasserleitung von den Quellen des Gorze-Baches nach dem alten Metis, dem heutigen Metz, vermittelte.

d. Canalbrücken.

Dort, wo die Canalhaltungen die vorhandenen und nicht zu entbehrenden Communicationswege durchschneiden, sind Brücken über den Canal in solcher Höhe erbaut worden, dafs zwischen dem angestauten Wasserspiegel und den niedrigsten Constructionstheilen des Brückenoberbaues eine lichte Höhe von mindestens $3,_{70}$ m verblieben ist. Auf diese Weise konnten Kreuzungen im Niveau, welche den Verkehr und die Unterhaltung erschwerende Drehbrücken erfordert haben würden, vermieden werden.

Soweit als angänglich sind die Schleusen durch Verlängerung und Erhöhung der Schleusenmauern des Unterhauptes zur Ueberbrückung benutzt, alle übrigen Canalbrücken aber, eine einzige ausgenommen, mit massiven Widerlagern und eisernem Oberbau construirt worden. Nur die im Zuge der Verbindungsstrafse Jouy-Ars belegene Brücke über den früheren Nebenarm der Mosel, den jetzigen Zweigcanal, hat zwei überwölbte Oeffnungen erhalten, um die voraussichtlich lebhafte Passage für den Schiffsverkehr der Industrie Ars zu erleichtern. Von den Brücken mit eisernem Oberbau liegen in der Canalhaltung Jouy-Metz sechs in gewöhnlichen Communicationsstrafsen und zwei im Zuge der Eisenbahnen Metz-Diedenhofen und Metz-Nancy.

Die Construction der ersteren, auf Blatt 53 dargestellt, zeigt eine lichte Weite von 20 m zwischen den Widerlagern, indem die Breite der Canalsohle, wie in der ganzen Haltung, auch im Brückenprofil 15 m, diejenige der beiderseitigen Treidelwege aber, welche sich um $0,_{70}$ m über den angestauten Wasserspiegel, also bis zur Cote $170,_{70}$ m erheben, mit ihren um $^1/_{10}$ geböschten Futtermauern zusammen 5 m beträgt. Die Widerlager haben vom Niveau des Wasserspiegels bis zum festen Baugrund (meistentheils grober Kies) ein Fundament aus Beton, darüber ein Mauerwerk aus Bruchsteinen mit Hausteinverkleidung erhalten. Nach der Landseite sind sie durch Flügelbauten, nach der Canalseite durch die Treidelwege verstärkt, deren Futtermauern, auf einem Betonfundament von $0,_{70}$ m Stärke ruhend, sich so weit fortsetzen, als die Vermittelung der Böschungen des Profils unter der Brücke mit denjenigen des Canalprofils erfordert. Zum Schutz gegen Abwaschung sind diese Böschungsflächen mit gemauertem Pflaster aus Hausteinen auf Betonunterlage von $0,_{25}$ m Stärke bekleidet.

Der Brücken-Oberbau besteht aus zwei mit einer Wölbung von $0,_{20}$ m Pfeilhöhe construirten Blechträgern von $1,_{30}$ m Höhe zwischen $0,_{25}$ m breiten, nach der Brückenmitte an Stärke zunehmenden Gurtungen.

Die unteren Gurtungen nehmen die in 1 m Entfernung liegenden, durch horizontale Diagonalstangen verstrebten I-förmigen Brückenbalken auf und diese wieder die zwischen den Längsbohlen des Unterbelags angeordneten ⊥-Eisen. Zur Entwässerung der noch mit einem Oberbelag von Querbohlen versehenen Fahrbahn dienen sowohl die zwischen den Bohlen des Unterbelags vorhandenen Oeffnungen von 1 cm Breite, als auch diejenigen zwischen der Fahrbahn und den aus Holz construirten und durch Winkeleisen befestigten erhöhten beiderseitigen Trottoiren.

Die Unterbelagsbohlen, die Trottoirseitenstücke und der Trottoirbelag aus Eichenholz, die Oberbelagsbohlen der Fahrbahn aus Tannenholz bestehend, sind mit Eisen-Mennige unter Zusatz von Theer für die der Witterung vorzugsweise ausgesetzten Holztheile gestrichen worden.

Zwischen den Blechträgern beträgt die Breite der Brücke $3,_{80}$ m, und zwar $2,_{20}$ m für die Fahrbahn und $1,_{60}$ m für beide Trottoire zusammen.

Auf den Widerlagern der Brücke ist die Fahrbahn durch Chaussirung mit erhöhten gepflasterten Trottoirs und mit massiven Brüstungsgeländern hergestellt.

Die Brückenrampen zeigen eine Kronenbreite von $4,_{30}$ m, eine Steigung von $0,_{05}$ m pro Meter, Seitenböschungen von $1^1/_2$facher Anlage und eine chaussirte Fahrbahn.

Die Baukosten einer Brücke haben je nach der Tiefe der Fundamente und den sonstigen wechselnden localen Verhältnissen 25000 bis 30000 Franken betragen.

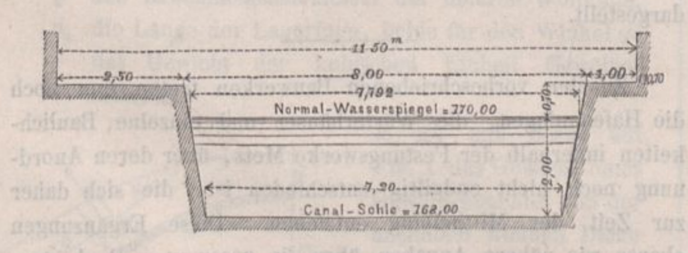
Die im Zuge der Eisenbahnen zu erbauenden Canalbrücken werden erst im laufenden Jahre ausgeführt, da wegen Genehmigung des Bauplans längere Verhandlungen zwischen der Landesverwaltung und der Generaldirection der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen nothwendig geworden sind.

Es kann daher für jetzt nur das vom Verfasser für die als Unterführung in der Eisenbahn Metz-Diedenhofen zu erbauende Canalbrücke aufgestellte Project, Blatt 54, mitgetheilt werden.

Die Ausführung wird dadurch sehr erschwert, dafs während der Bauzeit jede Störung im Eisenbahnbetriebe ausgeschlossen, eine Verlegung der Baustelle resp. der Eisenbahn aber unstatthaft ist, da letztere hier schon in einer Curve von 600^m Radius und die Schwellen-Oberkante $6{,}_{60}{}^m$ über dem natürlichen Terrain liegt.

Nach dem oben erwähnten Project und der auf Bl. 54 enthaltenen Skizze zur Bau-Disposition ist die Lösung der Aufgabe in folgender Weise vorgeschlagen worden. Danach würde für jedes Geleise der zweigeleisigen Bahn, zur Vermeidung eines gröfseren, sehr kostspieligen provisorischen Viaducts, je eine für sich bestehende Brücke zu erbauen und, während der Ausführung der Brücke für Geleise B, der Betrieb mittelst nur eines, von A nach α zu verlegenden Geleises zu bewirken, zum Zweck dieser Verlegung aber ein kleiner provisorischer Viaduct in einer sich an das Geleise A resp. B anschliefsenden Contrecurve von 180^m Radius herzustellen sein. Es würde somit zunächst der Planumskörper I zu beseitigen, sodann der Viaduct und die Verlegung des Betriebes auf Geleise α herzustellen, darauf, nach Entfernung des Planumskörpers II, die Canalbrücke für Geleise B und endlich, nach Inbetriebsetzung desselben und Beseitigung des Viaducts mit dem Planumskörper III, die Canalbrücke für Geleise A zu erbauen sein.

Eine Betriebsstörung ist bei dieser Disposition ausgeschlossen, da die Anordnung der Weichen und der nöthigen Verbindungen der bezüglichen Geleise sehr wohl in der Zwischenzeit, während welcher die Bahn von Zügen nicht frequentirt wird, ausführbar erscheint.



Das lichte Brückenprofil ist wegen der nicht rechtwinkeligen Lage des Bauwerks (die Canalhaltung schneidet die Bahn unter einem Winkel von 120°) auf ein Minimum beschränkt und zeigt dieserhalb, der vorstehenden Skizze zufolge, im Lichten, rechtwinkelig zu den Widerlagern gemessen, nur eine Weite von $11{,}_{50}{}^m$, wovon

auf den Haupttreidelweg	$2{,}_{50}{}^m$,
auf den Nebentreidelweg	$1{,}_{00}{}^m$,
auf die Canalsohle	$7{,}_{20}{}^m$,
und auf die Böschungen der Treidelwegsfuttermauern zusammen	$0{,}_{80}{}^m$,
in Summa . . .	$11{,}_{50}{}^m$

entfallen. Es beträgt hiernach die Profilbreite im Wasserspiegel nur $7{,}_{79}{}^m$, welche jedoch im Hinblick auf die lichte Weite der Schleusen von 6^m ausreicht.

Die möglichste Einschränkung des Profils ist auch durch die Rücksicht auf den eisernen Oberbau geboten. Derselbe besteht für jede Brücke aus zwei Blechträgern mit Querträgern, welche die unter jeder Schiene angeordneten I-Balken aufnehmen.

Die Blechträger sind mit Einschlufs der Gurtungen $1{,}_{40}{}^m$ in der Brückenmitte hoch und überragen, um für die Canalschifffahrt unter der Brücke an lichter Höhe zu gewinnen, die Schwellenoberkante um $0{,}_{30}{}^m$, ohne hierdurch das Normalprofil des lichten Raumes für die freie Bahn zu behindern.

Alle weiteren Constructionstheile erhellen aus dem Project, welches eventuell mit geringen Modificationen auch für die zweite Canal-Unterführung in der Eisenbahn Metz-Nancy zu verwenden sein würde.

e. Brücken und Durchlässe unter dem Canal.

Gröfsere Aquäducte sind bei der Moselcanalisation durchweg nicht nöthig geworden, es mufsten dagegen die Canalhaltungen über die in die Mosel einmündenden kleineren Seitenzuflüsse fortgeführt werden.

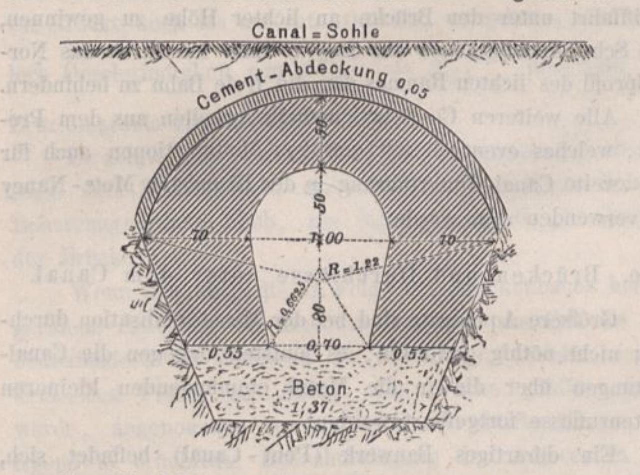
Ein derartiges Bauwerk (Pont-Canal) befindet sich, behufs Ueberbrückung des Rupt de Mad-Baches, auf der französischen Strecke bei Arnaville gleichzeitig mit der Schleuse daselbst verbunden, indem die Brückenöffnungen unter dem verlängerten Oberhaupt der Schleuse angeordnet sind. Da die Höhe der Canalsohle ohne völlige Aenderung des gesammten Projects der benachbarten Haltungen nicht zu modificiren war, hat man das nöthige Durchflufsprofil für den Rupt de Mad in Vergröfserung der Breite durch Anordnung von fünf flach überwölbten Oeffnungen zu gewinnen gesucht.

Bei gröfseren und plötzlichen Anschwellungen des Baches bildet sich zwar ein nicht unbeträchtlicher Stau oberhalb der Brücke, derselbe hat aber bei dem stark ansteigenden Terrain daselbst keinen erheblichen Nachtheil zur Folge und kann auch dem Bauwerk selbst bei seiner Construction nicht gefährlich werden.

Auf der deutschen Strecke von Arnaville bis Metz ist nur ein bedeutender Seitenzuflufs, der oberhalb Novéant einmündende Gorze-Bach, mit der Canalhaltung überschritten, und zu diesem Zwecke unter dem Canal ein gekuppelter Durchlafs nach den Zeichnungen auf Blatt 55 erbaut. Das Princip der Profilverbreiterung tritt auch hier namentlich unter der Canalsohle hervor. Neun daselbst placirte eiserne Rohre von à 20^m Länge, $56{,}_5{}^{cm}$ lichtem Durchmesser und $1{,}_7{}^{cm}$ Wandstärke bilden ein Abflufsprofil von rot. $2{,}_{25}\,\square^m$ Inhalt, vermögen daher bei Anschwellungen des Baches, je nach der aus dem Oberwasser resultirenden Druckhöhe, etwa 4 bis 5 kb^m Wassermenge pro Secunde abzuführen. Die Rohre sind in Beton gebettet derartig, dafs sich ein durchgehendes Fundament von $0{,}_{30}{}^m$ und eine Decke von $0{,}_{20}{}^m$ Stärke bildet. Letztere ist noch durch eine 5^{cm} starke Cementabdeckung geschützt, auf welche eine schwache Kieslage in der Canalsohle und die aus Lehmboden bestehenden inneren Canalböschungen unmittelbar aufsetzen. Unter den Canaldämmen erweitert sich das Durchflufsprofil, indem je drei Rohre in einen mit Decken- und Sohlengewölbe versehenen massiven Durchlafs von à $2{,}_{30}{}^m$ lichter Weite und $1{,}_{50}{}^m$ lichter Höhe einmünden.

Hierbei ist den Sohlen der Durchlässe des Oberhaupts an Stelle von Einfallschächten eine Neigung von $1,_{50}{}^{m}$ gegeben worden, während die Sohlen der Durchlässe des Unterhaupts ebenso wie die eisernen Rohre horizontal liegen.

Die Deckengewölbe sind übermauert und ebenfalls mit Cementschicht verkleidet. Mit Rücksicht auf spätere Reparaturen hat das Bauwerk am Ober- und Unterhaupt noch Dammfalze erhalten, welche einen zeitweisen Abschlufs sowohl des Ober- als auch des Unterwassers gestatten.



Für die kleineren Seiten-Entwässerungsgräben wurden bei vorhandener Höhe vielfach massiv gewölbte, durchgehende Durchlässe unter den Canalhaltungen nach dem vorstehend gezeichneten Normal-Querprofil erbaut, nach Bedürfnifs jedoch auch andere Durchflufsprofile verwendet, je nachdem die abzuführende Wassermasse und die Höhenlage der Canalsohle resp. die Schwierigkeit der Fundamentirung solches bedingte. Ein derartiger Durchlafs, die Ableitung des auf dem rechten Moselufer bei Jouy vorhandenen Seitenwassers bezweckend, ist auf Bl. 55 mitgetheilt.

Die lichte Weite des Profils mifst $1,_{80}{}^{m}$ bei $1,_{30}{}^{m}$ Höhe vom Scheitel des Sohlen- bis zu demjenigen des Decken-Gewölbes. Letzteres ist, um Durchsickerungen von Canalwasser zu vermeiden, so weit es unter der Canalsohle liegt, mit einer Betonschicht und diese mit einer Cementdecke versehen.

Am Ober- und Unterhaupt waren Einfallkessel erforderlich, deren Sohlen behufs Bildung von Schlammfängen $0,_{40}{}^{m}$ tiefer liegen als die Durchlafssohle. Von den sonstigen Modificationen, welche beim Bau der unter dem Canal hergestellten Durchlässe angewendet wurden, verdient noch bemerkt zu werden, dafs einzelne Durchlässe sogenannte Ueberfallschächte erhalten haben. Diese führen nämlich, sobald sich der Wasserstand im Canal durch Wellenschlag, atmosphärische Niederschläge oder durch vermehrte Speisung über die normalmäfsige Höhe erhebt, den Ueberschufs an Canalwasser in den unter der Sohle vorhandenen Durchlafs ab und verhindern sonach eine den Böschungen schädliche Anstauung im Canal.

Auf Bl. 56 ist ein derartiger ausgeführter Durchlafs dargestellt. Die Terrainlage gestattete in dem vorliegenden Falle am Unterhaupt den freien Abflufs in den bestehenden Seiten-Entwässerungsgraben, so dafs nur am Oberhaupt ein Einfallkessel von geringer Höhe nöthig war.

Unter den Canaldämmen ist der Durchlafs massiv gewölbt, unter der Canalsohle aber genügte zur Abführung des Seitenwassers ein einfaches eisernes Rohr von $0,_{53}{}^{m}$ lichtem Durchmesser. Dasselbe ist mit Rücksicht auf seinen weiteren Zweck, die zeitweise Abführung von Canalwasser betreffend, durch ein massives Lager aus Bruchsteinmauerwerk auf Betonfundament, sowie durch eine Abdeckung von Beton und Cement gesichert. Das Nähere ergiebt die Zeichnung.

Sämmtliche unter dem Canal erbauten Durchlässe, deren Auslaufsohlen unter dem Hochwasserstand der Mosel liegen, sind am Unterhaupt mit Eisenblechklappen versehen und diese derartig construirt, dafs der Wasserstand selbstthätig den Verschlufs bewirkt.

f. Seiten-Durchlässe.

Die in den Brückenrampen, so wie zur Ueberschreitung der Seitengräben in den am Fufse der Canaldämme vorhandenen Parallelwegen angelegten Seiten-Durchlässe haben die gewöhnliche einfache Construction mit Deckplatten erhalten. Ebenso sind die bei beschränktem Raum unterirdisch nothwendig gewordenen, zur Entwässerung des benachbarten Terrains dienenden, oft auf längere Entfernungen neben oder unter den Canaldämmen fortlaufenden Seiten-Durchlässe je nach Bedürfnifs einfach construirt. In der Regel haben sie ein Betonfundament aus Bruchsteinen, gemauerte Widerlager, verkleidete Stirnen und theils Deckplatten, theils Deckengewölbe erhalten.

In einem einzigen Falle konnte das Seitenwasser direct in den Canal geleitet werden, da es sich nur um geringe Quantitäten reinen Wassers handelte, welches die in den Gräben der zu den Metzer Festungswerken gehörenden Lunette Rogniat entspringenden Quellen liefern. Ein in der Umwallung der Lunette vorhandener Durchlafs führt das Wasser in einen am Terrain-Abhange befindlichen Graben der Mosel zu. Um nun die Erbauung eines kostspieligen Durchlasses unter dem Canal oder die Anlage eines längeren Seitengrabens neben dem Treidelweg zu vermeiden, wurde in letzterem ein kleiner Durchlafs von $0,_{50}{}^{m}$ lichter Weite und $0,_{35}{}^{m}$ lichter Höhe mit Einfallkessel angeordnet, der Zuflufsgraben aber von hier bis zum Lunetten-Durchlafs, sowie die innere Böschung des Canaldammes am Auslauf mit gemauertem Pflaster bekleidet. Die Anlage ist auf Bl. 56 dargestellt.

Zu den vorbeschriebenen Bauwerken treten nun noch die Hafenanlagen, die Wärterhäuser und einzelne Baulichkeiten innerhalb der Festungswerke Metz, über deren Anordnung noch nicht endgiltig entschieden ist, die sich daher zur Zeit der Mittheilung entziehen. Diese Ergänzungen ebenso wie nähere Angaben über die gesammten Baukosten, über die Erscheinungen und Erfahrungen beim Füllen der Canalhaltungen, über die Frequenz und den Einflufs der Schifffahrtsstrafse auf Deutsch-Lothringen etc. bleiben einem späteren Nachtrage vorbehalten.

Schliefslich möge noch das dem General-Kostenanschlage und den Rechnungsbüchern von der deutschen Bauverwaltung zu Grunde gelegte Verzeichnifs der in drei Hauptgruppen vertheilten Titel hier Platz finden, wobei noch zu bemerken ist, dafs jedes für sich bestehende Bauwerk innerhalb des entsprechenden Titels eine besondere Position mit fortlaufender Nummer erhalten hat, und dafs aufser einem Hauptbuch noch für jedes Loos ein nach Titeln und Positionen geordnetes Special-Manual angelegt worden ist, welches die jeder-

zeitige Uebersicht über die Ausgaben sowohl der gesammten Leistungen als auch jedes einzelnen Bau-Objects gestattet.

Titel-Verzeichnifs.

A. Erd-, Bagger- und Böschungs-Arbeiten.

Tit. I. Herstellung des Canals, der Leinpfade, Parallelwege und Seitengräben.
- II. Baggerungen.
- III. Befestigung und Dichtung der Böschungen incl. Futtermauern und Steinpackungen.

B. Kunstbauten.

Tit. IV. Hafenanlagen.
- V. Canalschleusen.
- VI. Speisungs- und Abführungsschleusen.
Tit. VII. Wehre.
- VIII. Brücken.
- IX. Durchlässe.
- X. Rigolen.
- XI. Wärterhäuser und Magazine.
- XII. Sonstige kleinere Bauwerke.

C. Generalia.

Tit. XIII. Grund- und Nutzungs-Entschädigung.
- XIV. Geräthe.
- XV. Schutz-, Kilometer- und Grenzsteine.
- XVI. Pflanzungen.
- XVII. Aufsichtskosten und Rendanturgebühren.
XVIII. Insgemein.

Tilsit, im März 1874. J. Schlichting.

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

(Zur Fortsetzung der Abhandlung: Analytisch-graphische Construction der Brückengewölbe im XXIIsten Jahrgang dieser Zeitschrift.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt K und L im Text.)

I. Druck der Brückengewölbe auf Lehrgerüste im Allgemeinen.

a. Analytische Bestimmung des Drucks der Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

So lange ein Gewölbe nicht geschlossen ist, hat jeder seiner Wölbsteine das Bestreben, von der Lagerfuge, worauf er ruht, herabzugleiten, welchem die Reibung auf der letzteren entgegenwirkt. Der Ueberschufs seines Bestrebens abzugleiten über den Widerstand, welchen jene Reibung diesem entgegensetzt, mufs durch das Lehrgerüste aufgehoben werden und bildet seinen Druck auf das Lehrgerüst.

Bezeichnet

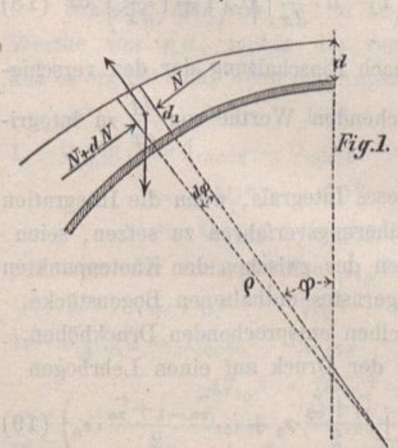
k den Gegendruck des Lehrgerüstes auf die Flächeneinheit,

φ den Winkel, welchen eine beliebige Lagerfuge mit dem Loth einschliefst,

ϱ den Krümmungshalbmesser der inneren Wölblinie,

d_1 die Länge der Lagerfuge, beide für den Winkel φ,

g das Gewicht der kubischen Einheit Gewölbematerial,



so ist mit Bezug auf Fig. 1 das Gewicht eines Gewölbelementes von der unendlich kleinen Dicke $d\varphi$ und Tiefe 1

$$g d_1 \varrho d\varphi,$$

die in der Richtung des Krümmungs-Halbmessers nach innen wirkende Componente desselben

$$g d_1 \varrho \cos\varphi d\varphi$$

und der in derselben Richtung nach aufsen wirkende Gegendruck des Lehrgerüstes

$$k\varrho d\varphi.$$

Bezeichnet

N den Normaldruck auf die Lagerfuge,

dN die Differenz der entgegengesetzten Normaldrucke des Gewölbelementes,

μ den Reibungswiderstand des Gewölbmaterials,

so besteht Gleichgewicht gegen Fortschreiten in der Richtung des Krümmungshalbmessers, wenn

$$k\varrho d\varphi - g d_1 \varrho \cos\varphi d\varphi + N \sin d\varphi + \mu dN d\varphi = 0 \quad (1)$$

und gegen Fortschreiten in einer, zu jener normalen Richtung, wenn

$$g d_1 \varrho \sin\varphi d\varphi - dN \cos d\varphi + \mu N \sin d\varphi = 0 \quad (2).$$

Wird in Gleichung (1) und (2) $d\varphi$ statt $\sin d\varphi$, 1 statt $\cos d\varphi$ gesetzt und durch $d\varphi$ dividirt, so ergeben sich beziehungsweise

$$k\varrho - g d_1 \varrho \cos\varphi + N + \mu \frac{dN}{d\varphi} = 0$$

und

$$g d_1 \varrho \sin\varphi - \frac{dN}{d\varphi} + \mu N = 0.$$

Wird das zweite und dritte Glied der letzteren Differentialgleichung auf deren andre Seite gebracht, so folgt

$$\frac{dN}{d\varphi} - \mu N = g d_1 \varrho \sin\varphi \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3).$$

und wenn mit C die Integrationsconstante bezeichnet wird, durch Integration*)

$$N = e^{\mu\alpha}\left(g \int \varrho d_1 e^{-\mu\alpha} \cdot \sin\varphi \, d\varphi + C\right).$$

Nimmt die Gewölbstärke von dem Scheitel nach dem Kämpfer hin zu und wird mit d die Stärke des Schlufssteins bezeichnet, so ist

$$d_1 = \frac{d}{\cos\varphi} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

zu setzen, woraus

$$N = e^{\mu\varphi}\left(g d \int \varrho e^{-\mu\varphi} \cdot \mathrm{tg}\,\varphi \, d\varphi + C\right),$$

eine Gleichung, welche nach Einführung der den verschiedenen Gewölben zugehörigen Werthe von ϱ zu integriren

*) Die Integration der allgemeinen linearen Differentialgleichung erster Ordnung

$$\frac{dy}{dx} + ay = f(x)$$

ergiebt nämlich

$$y = e^{-ax}\left(\int f(x) \cdot e^{ax} dx + C\right).$$

ist. Wird das Gewölbe in gleicher Stärke durchgeführt, so ist

$$N = e^{\mu\varphi} (g d \int \varrho e^{-\mu\varphi} \sin \varphi d\varphi + C) \quad . \quad (5).$$

Ist z. B., wie beim Kreise, der Krümmungshalbmesser $\varrho = r$ constant, so ist

$$N = e^{\mu\varphi} (C + g d r \int e^{-\mu\varphi} \sin \varphi d\varphi), \quad . \quad . \quad (6)$$

woraus man durch Integration*) erhält

$$N = C \cdot e^{\mu\varphi} - g d r \cdot \frac{\mu \sin \varphi + \cos \varphi}{1 + \mu^2} \quad . \quad (7).$$

Hieraus ergiebt sich für den obersten Wölbstein, bei welchem der Winkel $\varphi = \alpha$ und der Normaldruck $N = 0$ wird, wegen

$$0 = C \cdot e^{\mu\alpha} - g d r \cdot \frac{\mu \sin \alpha + \cos \alpha}{1 + \mu^2}$$

die Constante

$$C = g d r \cdot \frac{\mu \sin \alpha + \cos \alpha}{(1 + \mu^2) e^{\mu\alpha}} \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Wird dieser Werth in Gleichung 8 eingeführt, so erhält man

$$N = \frac{g d r}{1 + \mu^2} \left[(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) e^{\mu(\varphi - \alpha)} - \mu \sin \varphi - \cos \varphi \right] \quad (9)$$

und hieraus durch Differentiation

$$\frac{dN}{d\varphi} = \frac{g d r}{1 + \mu^2} \left[(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) e^{\mu(\varphi - \alpha)} - \mu \cos \varphi + \sin \varphi \right] \quad (10)$$

Werden die Werthe von (9) und (10) eingeführt, so erhält man nach gehöriger Reduction

$$k = g d [2 \cos \varphi - (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) e^{\mu(\varphi - \alpha)}] \quad . \quad (11)$$

woraus folgt, dafs der zur hinreichenden Unterstützung des Gewölbes erforderliche Gegendruck des Lehrgerüstes mit abnehmendem α wächst und für $\varphi = \alpha$ zum Maximum wird. In diesem Falle erhält man

$$k_{\max} = g d (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

also eine Gleichung, welche das Gleichgewicht der Wölbsteine gleich starker Kreisgewölbe gegen Abgleiten von ihren Lagerfugen ausdrückt und aus welcher folgt,

1) dafs jede Stelle des Lehrgerüstes dann den gröfsten Gegendruck zu leisten hat, wenn die Wölbung bis zu ihr fortgeschritten ist, und

2) dafs jeder Wölbstein so lange den gröfsten Druck auf das Lehrgerüste ausübt, als er der zuletzt versetzte ist.

Die Gleichung (12) enthält die allgemeine Gleichgewichtsbedingung gegen das Abgleiten eines Körpers mit dem Gewichte dg von einer schiefen, unter dem Winkel $90 - \alpha$ zum Horizonte geneigten Ebene. Wird in derselben d_1 statt d gesetzt, so drückt sie das Gleichgewicht gegen Abgleiten auch eines Gewölbsteins mit dem veränderlichen Gewichte $d_1 g$ von einer unter dem Winkel α zur Lothrechten geneigten Lagerfuge aus und ergiebt, wenn nach Gleichung (4) für d_1 sein Werth gesetzt wird, den Normaldruck auf die Flächeneinheit des Lehrgerüstes

$$k = g d (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

woraus folgt, dafs derselbe aufser von dem Gewichte der kubischen Einheit des Gewölbematerials und der Stärke des Schlufssteins nur von dem Reibungswiderstande und dem Neigungswinkel der Lagerfuge abhängt.

*) Allgemein ist

$$\int e^{ax} \sin x \, dx = \frac{a \sin x - \cos x}{1 + a^2} \cdot e^{ax}$$

In dieser Gleichung stellt

$$d (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) = \zeta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

die Gröfse des unter dem Winkel α central wirkenden Drucks auf die Längeneinheit des Lehrbogens und für die Tiefe 1, also für die Quadrateinheit des Lehrgerüstes dar, welche für $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\mu}$ Null wird, mit dem nach dem Scheitel hin zunehmenden Winkel α wächst und für den Scheitel, worin $\alpha = 0$, ihr Maximum erreicht.

Hieraus folgt, dafs das Lehrgerüste nur bis zu dem Punkte erforderlich wird, für welchen $\operatorname{tg} \alpha \leqq \frac{1}{\mu}$ ist und dafs dasselbe mit nach dem Scheitel hin zunehmender Stärke zu construiren ist. Durch Einführung verschiedener, aufeinander folgender Werthe von $\operatorname{tg} \alpha$ erhält man die verschiedenen, ihnen entsprechenden Drucke des Gewölbes auf die Flächeneinheit der Lehrgerüste und kann aus deren Summe annähernd den Druck des theilweise oder ganz ausgeführten Gewölbes finden.

Um denselben exact zu bestimmen, bezeichne

B die Tiefe des ganzen Gewölbes,
n die Anzahl der gleich weit von einander entfernten Lehrbogen,

so ist, wenn eine gleichmäfsig fortschreitende Versetzung der Quader von den Kämpfern ab angenommen wird, für den kleinen Winkel $d\alpha$ der Gewölbedruck auf einen Lehrbogen

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} g d \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) \varrho d\alpha \quad . \quad . \quad (15)$$

worin α_1 und α die Grenzwinkel bezeichnen, zwischen welchen das Gewölbe den Druck auf das Lehrgerüst ausübt.

Wird $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$ und $\varrho d\alpha = ds = dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$ gesetzt, so ergiebt sich für Coordinaten die centrale Druckhöhe

$$\zeta = d \left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

der Gewölbedruck auf die Flächeneinheit des Lehrgerüstes

$$k = g d \left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

und auf einen Lehrbogen zwischen den Abscissen x_1 und x

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} g d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \sqrt{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)} dx \quad (18)$$

eine Gleichung, welche nach Einschaltung der den verschiedenen Wölblinien entsprechenden Werthe von $\frac{dy}{dx}$ zu integriren ist.

Um an die Stelle dieses Integrals, wenn die Integration zu schwierig wird, ein Näherungsverfahren zu setzen, seien

$s_1 \, s_2 \ldots s_n$ die Längen der zwischen den Knotenpunkten des Lehrgerüstes enthaltenen Bogenstücke,
$\zeta_0 \, \zeta_1 \ldots \zeta_n$ die denselben entsprechenden Druckhöhen,

so ergiebt sich annähernd der Druck auf einen Lehrbogen

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \left(\frac{\zeta_0 + \zeta_1}{2} \cdot s_1 + \frac{\zeta_1 + \zeta_2}{2} \cdot s_2 + \ldots \frac{\zeta_{n-1} + \zeta_n}{2} \cdot s_n \right) \quad (19)$$

und wenn, um sicher zu gehen, die jedem Bogenstück entsprechende gröfste Druckhöhe zu Grunde gelegt wird,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \left(\zeta_0 \, s_1 + \zeta_1 \, s_2 + \ldots \ldots \zeta_{n-1} \, s_n \right) \quad (20)$$

Sind alle Bogenstücke von gleicher Gröfse, also $s_1 = s_2 = \cdots s_n = s$, so vereinfachen sich diese Gleichungen und man erhält

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot gs \left[\zeta_0 + 2\left(\zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}\right) + \zeta_n\right] \quad (19^a)$$

und

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot gs \left[\zeta_0 + \zeta_1 + \cdots \zeta_{n-1}\right] \quad \cdots \quad (20^a)$$

Die in den vorstehenden Gleichungen vorkommenden Längen $s_1\, s_2 \cdots s_n$ der Bogenstücke lassen sich mit Benutzung der zugehörigen Krümmungshalbmesser aus der Gleichung für das beliebige $m$te Bogenstück

$$s_m = \frac{\pi}{180} \alpha_m \cdot \varrho_m \quad \cdots \quad (21)$$

finden, wenn ϱ_m den zugehörigen Krümmungshalbmesser und α_m den zugehörigen Centriwinkel in Grad bezeichnet. Die Bogenstücke des Kreisgewölbes, für welches $\varrho_m = r$, also constant ist, ergeben sich alsdann

$$s_m = \frac{\pi r}{180} \cdot \alpha_m \quad \cdots \quad (22)$$

und wenn die Zahl $\alpha_m = \alpha$ der Grade stets gleich genommen wird,

$$s = \frac{\pi r}{180} \cdot \alpha \quad \cdots \quad (23)$$

Nimmt man in Uebereinstimmung mit den von mehreren Ingenieuren angestellten Versuchen*) den kleinstmöglichen Reibungswinkel von Stein auf Stein zu 20 bis 24°, daher im Mittel zu 22° an, so beträgt $\alpha_1 = 68^0$ und erscheint mithin $2\alpha_1 = 136^0$ als der gröfste, zwei gegenüberliegenden Lagerfugen angehörige Neigungswinkel, für welchen der Druck eines Gewölbes auf sein Lehrgerüste überhaupt noch zu berücksichtigen, d. h. die Ausdehnung des letzteren zu bemessen ist. Da

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} 68^0 = 2{,}5 = \frac{1}{\mu} \quad \cdots \quad (24)$$

so ergiebt sich

$$\mu = \frac{1}{2{,}5} = 0{,}4 \quad \cdots \quad (25)$$

mithin allgemein

$$\zeta = d\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg} \alpha) \quad \cdots \quad (26)$$

und der Druck auf die Quadrateinheit des Lehrgerüstes

$$k = g\zeta = gd\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg} \alpha) \quad \cdots \quad (27)$$

Schreitet man von 10° zu 10° fort, so lassen sich die Werthe von $\operatorname{tg}\alpha$, mithin die von $1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ berechnen und es ergiebt sich, wenn der Anfangswinkel 10° beträgt, für

α =	0°	10°	20°	30°	40°
$1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ =	1,0000	0,9296	0,8544	0,7692	0,6644
=	50°	60°	68°		
=	0,5232	0,3072	0,0000		

und wenn der Anfangswinkel 7,5° beträgt, für

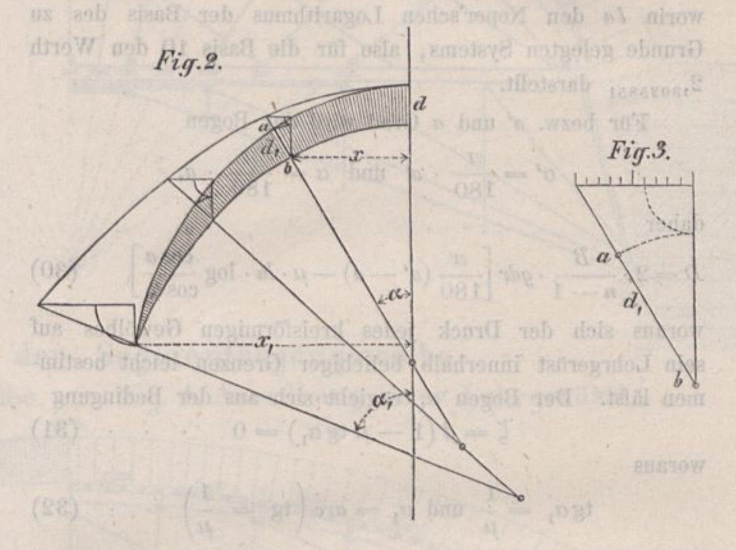
α =	0°	7,5°	17,5°	27,5°	37,5°
$1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ =	1,0000	0,9472	0,8736	0,7916	0,6932
	47,5°	57,5°	68°		
	0,5627	0,3720	0,0000		

Werthe, welche mit der zugehörigen Schlufssteinstärke zu multipliciren sind, um die centralen Druckhöhen ζ zu erhalten.

*) Vgl. u. A. d. Versuche von Bukowsky. Ztschr. des ö. Ing.- u. Architekten-Vereins. 1870. S. 224.

b. Graphische Bestimmung des Drucks der Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Sieht man von einer analytischen Bestimmung der centralen Druckhöhen ab, so läfst sich der Werth (14) von ζ zu einer annähernden Darstellung derselben auf graphischem Wege, wie folgt, benutzen. Nachdem man mit Hilfe der bekannten Stärke d des Schlufssteins die dem Winkel α oder der Abscisse x entsprechende Länge d_1 der Lagerfuge in bekannter Weise bestimmt hat, s. Fig. 2 u. 3, schneidet man



den μten Theil der wagrechten Kathete $d \operatorname{tg}\alpha$ des hierdurch gebildeten rechtwinkligen Dreiecks von der lothrechten Kathete d ab und überträgt den hierdurch erhaltenen Rest derselben

$$d - \mu d \operatorname{tg}\alpha = d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = \zeta$$

mittelst Kreisbogen auf den unteren Theil der Lagerfuge d_1.

Im Scheitel, wo $\operatorname{tg}\alpha = 0$, wird $\zeta = d$, in dem Punkte, wo $\mu \operatorname{tg}\alpha = 1$, wird $\zeta = 0$.

Werden die oberen Endpunkte aller auf den Lagerfugen erhaltener centraler Druckhöhen verbunden, so ergiebt sich die in Fig. 2 durch Schraffirung bezeichnete Fläche als die graphische Darstellung des Gewölbdrucks, welchen man sich mit dem Gewichte g der kubischen Einheit auf die Tiefe 1 des Lehrgerüstes wirkend zu denken hat. Hieraus läfst sich der Druck des Gewölbes sowohl auf das ganze Lehrgerüst, als auf eine Tragrippe desselben leicht ableiten.*) Nimmt man den Reibungswiderstand $\mu = 0{,}4$ an, so ergiebt sich die centrale Druckhöhe

$$ab = d\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha) = \zeta \cdot \quad \cdots \quad (28)$$

durch die in Fig. 3 dargestellte Construction.

II. Druck bestimmter Brückengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

1. Druck der Brückengewölbe mit gegebener Gewölbform und hiernach angeordneter Belastung auf ihre Lehrgerüste.

α) Druck der halbkreisförmigen Brückengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Wird der constante Krümmungshalbmesser $\varrho = r$ des Kreises in die Gleichung (15) eingesetzt, so ergiebt sich der Druck eines halbkreisförmigen Brückengewölbes auf einen Lehrbogen

*) Eine rein graphische Ableitung der auf Lehrgerüste wirkenden Gewölbedrucke s. Zeitschr. des österr. Ing.- u. Architekt.-Ver. 1870. S. 223 ff.

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha)\, d\alpha$$

$$= 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r \int_{\alpha}^{\alpha_1} (d\alpha - \mu \operatorname{tg} \alpha\, d\alpha)$$

und, wenn die Integration zwischen den Grenzen α_1 und α ausgeführt wird,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1}\, g\,d\,r \left(\alpha' - \alpha - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}\right) \cdot \quad (29)$$

worin la den Neper'schen Logarithmus der Basis des zu Grunde gelegten Systems, also für die Basis 10 den Werth $2{,}_{3025851}$ darstellt.

Für bezw. a' und a Grad wird der Bogen

$$\alpha' = \frac{\pi}{180} \cdot a' \text{ und } \alpha = \frac{\pi}{180} \cdot a,$$

daher

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r \left[\frac{\pi}{180}(a' - a) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right] \quad (30)$$

woraus sich der Druck jedes kreisförmigen Gewölbes auf sein Lehrgerüst innerhalb beliebiger Grenzen leicht bestimmen läſst. Der Bogen α_1 ergiebt sich aus der Bedingung

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha_1) = 0 \quad \cdot \cdot \cdot \quad (31)$$

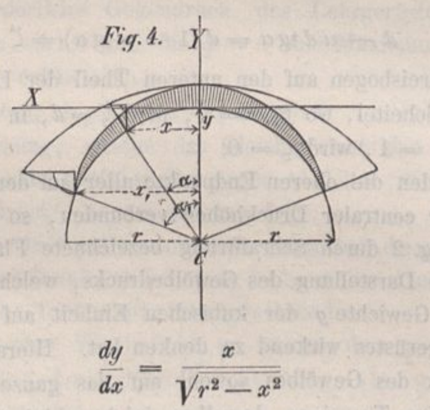
woraus

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{1}{\mu} \text{ und } \alpha_1 = arc\left(\operatorname{tg} = \frac{1}{\mu}\right) \quad \cdot \cdot \quad (32)$$

Aus der Scheitelgleichung

$$r - y = \sqrt{r^2 - x^2}$$

des Kreises, s. Fig. 4, ergiebt sich durch Differentiation



$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

mithin, wenn dieser Werth in Gleichung (14) und (18) eingeführt wird,

$$\zeta = d\left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (33)$$

und

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \sqrt{\left(1 + \frac{x^2}{r^2 - x^2}\right)}\, dx$$

$$= 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \frac{r}{\sqrt{r^2 - x^2}} \cdot dx.$$

Wird die Multiplication ausgeführt und reducirt, so ergiebt sich

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d \left[\int_{x}^{x_1} \frac{r\,dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} - \mu r \int_{x}^{x_1} \frac{x\,dx}{r^2 - x^2}\right]$$

Hierin ist

$$\int \frac{r\,dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{r}\right)$$

und

$$-\int \frac{x\,dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \frac{la}{2} \cdot \log(r^2 - x^2) = la \cdot \log \sqrt{r^2 - x^2}$$

daher, wenn diese Integrale zwischen den Grenzen x_1 und x genommen und eingeführt werden,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d \left[\operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x_1}{r}\right)\right.$$

$$\left. - \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{r}\right) - \mu r\, la \cdot \log \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{r^2 - x_1^2}}\right] \cdot \quad (34)$$

ein Ausdruck, welcher mit dem früher gefundenen übereinstimmt, da

$$\operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x_1}{r}\right) = r\alpha_1\,, \quad \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{r}\right) = r\alpha$$

und

$$\log \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{r^2 - x_1^2}} = \log \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}$$

ist. Die Abscisse x_1 ergiebt sich aus der Bedingung $\zeta = 0$ oder aus

$$\frac{dy}{dx_1} = \frac{x_1}{\sqrt{r^2 - x_1^2}} = \frac{1}{\mu}$$

woraus man die Coordinaten des Punktes, worin der Druck auf das Lehrgerüst Null wird, erhält

$$x_1 = \frac{r}{\sqrt{1 + \mu_1^2}} \text{ und } y_1 = r - \sqrt{r^2 - x_1^2} \quad \cdot \quad (35)$$

Bleibt man bei den Näherungswerthen stehen, so ergiebt sich für

$$s_1 = \frac{\pi r}{180} \cdot a_1\,, \quad s_2 = \frac{\pi r}{180} \cdot a_2 \cdot \cdot \cdot s_n = \frac{\pi r}{180} \cdot a_n$$

der Gewölbedruck

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r}{180} \left[(\zeta_0 + \zeta_1)\, a_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)\, a_2 \right.$$

$$\left. + \cdot \cdot \cdot (\zeta_{n-1} + \zeta_n)\, a_n\right] \cdot \quad \cdot \cdot \cdot \quad (36)$$

und bei gleichen Bogenstücken, für welche $a_1 = a_2 = \cdot \cdot \cdot a_n = a$ ist,

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r a}{180} (\zeta_0 + 2(\zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}) + \zeta_n) \quad (37)$$

Für die jedem Bogenstück a entsprechende gröſste Druckhöhe erhält man nach Gleichung (20*)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r a}{180} (\zeta_0 + \zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}) \quad (38)$$

Beispiel. Für das früher*) berechnete Halbkreisgewölbe betrug der Radius der inneren Wölblinie $r = \frac{l}{2} = 15$ Meter, das Gewicht der kubischen Einheit des Gewölbes

$g = 2500$ Kg p. Kubikmeter,

die Schluſsstärke $d = 0{,}_{77}$ Meter,

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und nach dem Früheren $\mu = 0{,}_4$ gesetzt wird, aus Gleichung (14)

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) = 0{,}_{77} \cdot (1 - 0{,}_4 \operatorname{tg} \alpha)$$

und

$$k = g\zeta = 2500 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha = 0^0$	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	68^0
$\zeta = 0{,}_{77}$	$0{,}_{72}$	$0{,}_{66}$	$0{,}_{59}$	$0{,}_{51}$	$0{,}_{40}$	$0{,}_{24}$	$0{,}_{00}$ m
$k = 1925$	1800	1650	1475	1275	1000	600	0 Kg p. □m

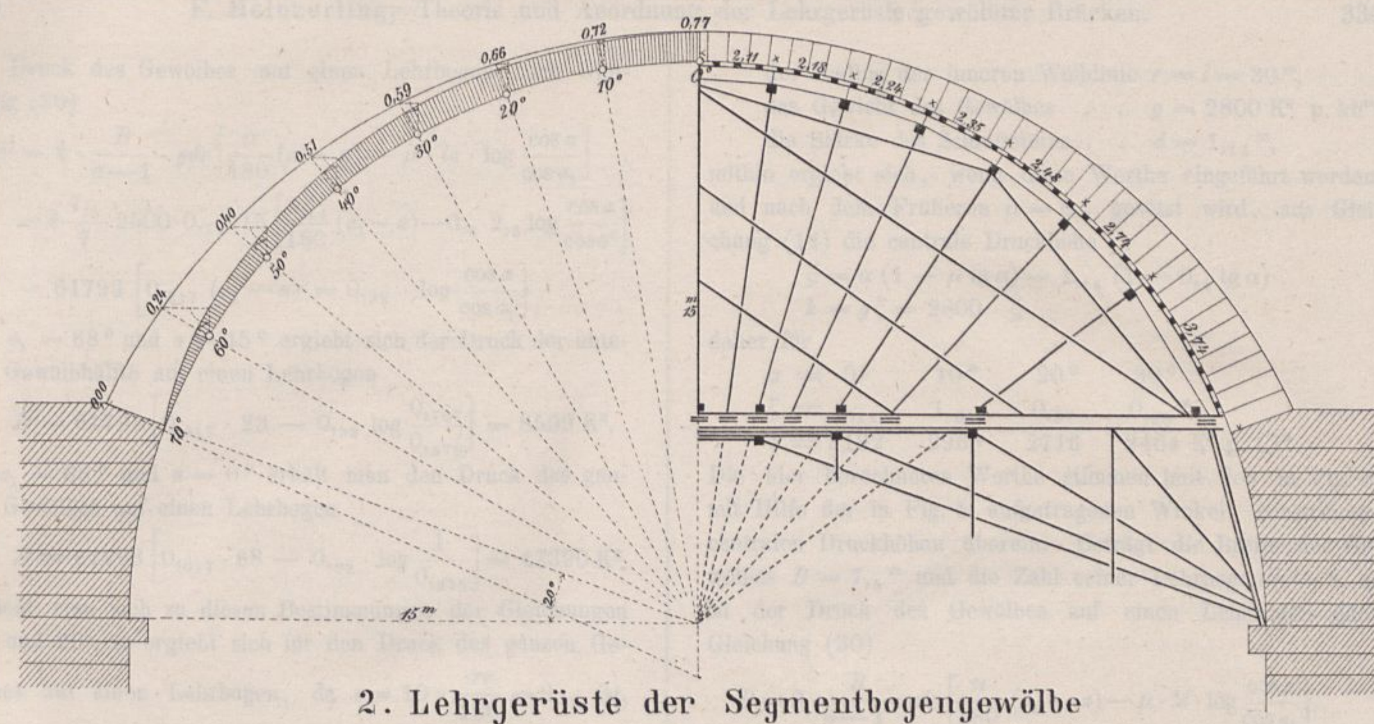
Die hier berechneten centralen Druckhöhen stimmen mit den in Fig. 1, Blatt K construirten überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $7{,}_5$ m und die Zahl seiner Lehrbogen 8, so ist

*) Vgl. diese Zeitschr. Jahrg. XXII. Sp. 427 ff.

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

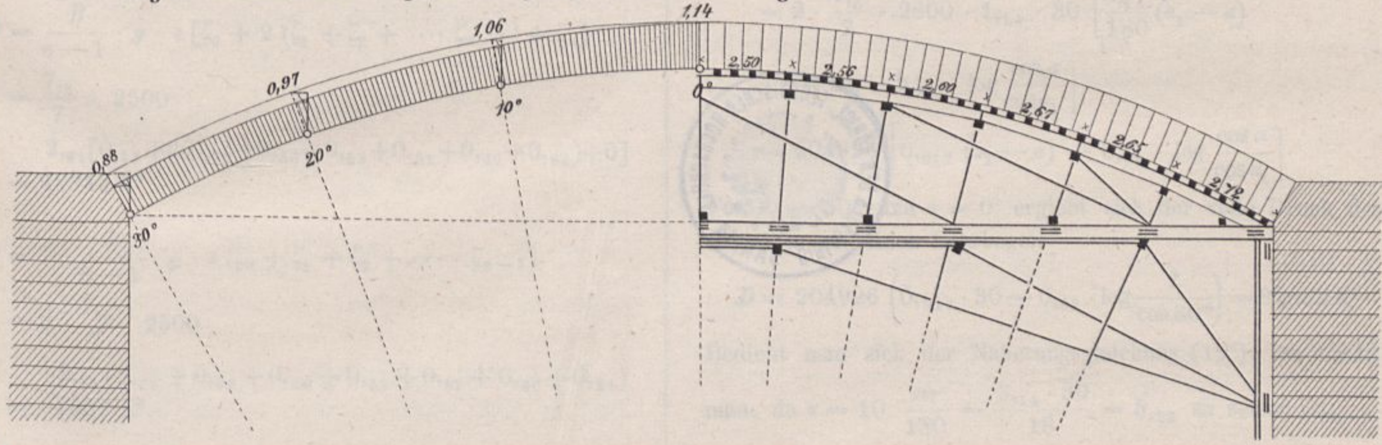
1. Lehrgerüste der Kreisgewölbe.

Fig. 1. Druck der Kreisgewölbe. Fig. 2. Anordnung ihrer Lehrgerüste.



2. Lehrgerüste der Segmentbogengewölbe

Fig. 3. Druck der Segmentbogengewölbe. Fig. 4. Anordnung ihrer Lehrgerüste



3. Lehrgerüste der Korbbogengewölbe.

Fig. 6. Druck der Korbbogengewölbe. Fig. 7. Anordnung ihrer Lehrgerüste.

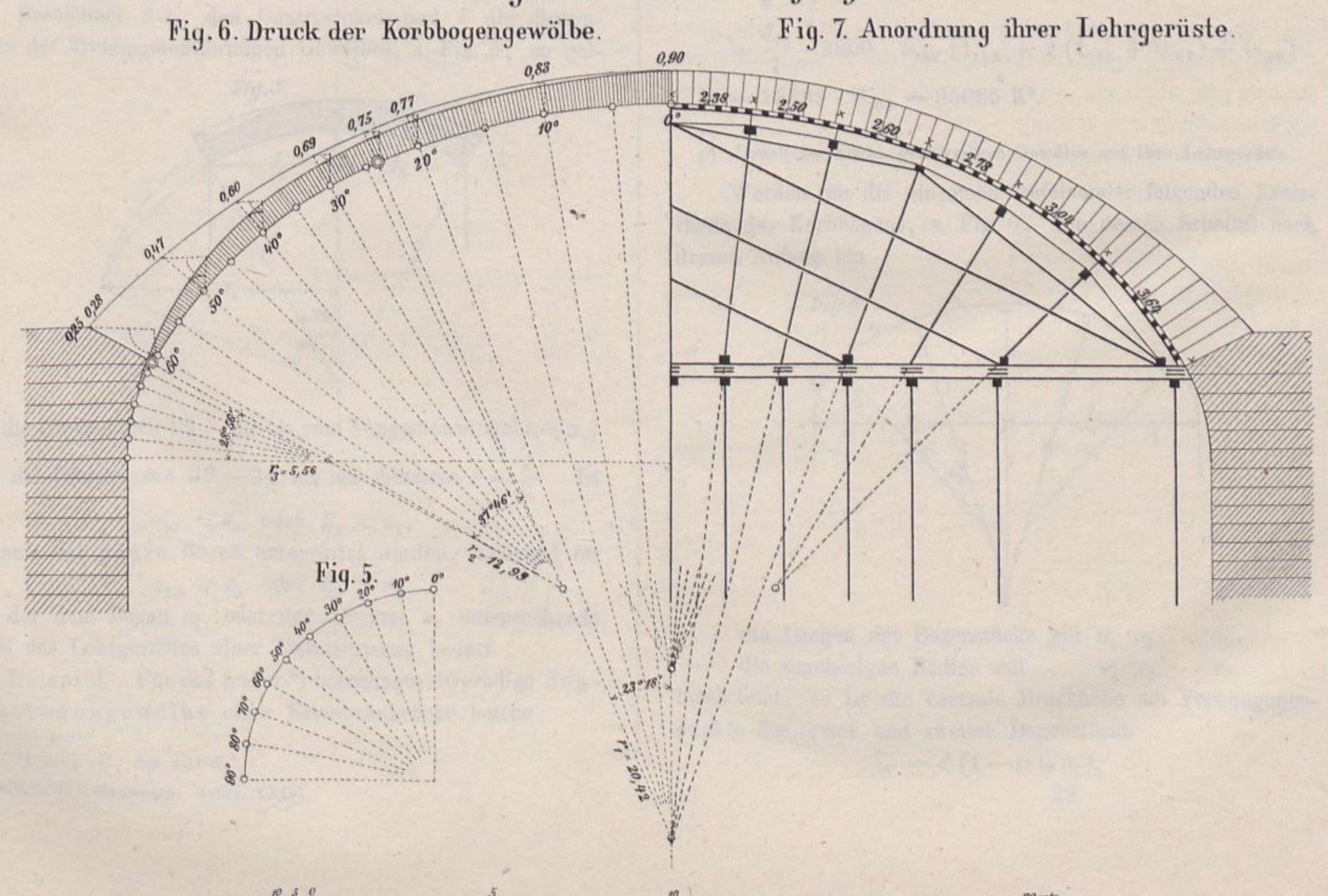


Fig. 5.

Heinzerling gez.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (30)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gdr \left[\frac{\pi}{180}(a' - a) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{7,_5}{7} \cdot 2500 \cdot 0,_{77} \cdot 15 \left[\frac{3,_{14}}{180}(a_1 - a) - 0,_4 \cdot 2,_3 \log \frac{\cos a}{\cos a'}\right]$$

$$= 61793 \left[0,_{017}(a_1 - a) = 0,_{92} \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

Für $a_1 = 68^0$ und $a = 45^0$ ergiebt sich der Druck der unteren Gewölbhälfte auf einen Lehrbogen

$$D = 61793 \left[0,_{017} \cdot 23 - 0,_{92} \log \frac{0,_{707}}{0,_{375}}\right] = 8509 \text{ K}^g,$$

für $a_1 = 68^0$ und $a = 0^0$ erhält man den Druck des ganzen Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = 61793 \left[0,_{017} \cdot 68 - 0,_{92} \cdot \log \frac{1}{0,_{375}}\right] = 47390 \text{ K}^g.$$

Bedient man sich zu diesen Bestimmungen der Gleichungen 19^a und 20^a, so ergiebt sich für den Druck des ganzen Gewölbes auf einen Lehrbogen, da $s = 10 \cdot \frac{\pi r}{180} = 2,_{61}$ ist, beziehungsweise der Näherungswerth

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot s\,[\zeta_0 + 2(\zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}) + \zeta_n]$$

$$= \frac{7,_5}{7} \cdot 2500$$

$$\cdot 2,_{61}[0,_{77} + 2(0,_{72} + 0,_{66} + 0,_{59} + 0,_{51} + 0,_{40} + 0,_{24}) + 0]$$

$$= 48943 \text{ K}^g$$

und

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot s\,(\zeta_0 + \zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1})$$

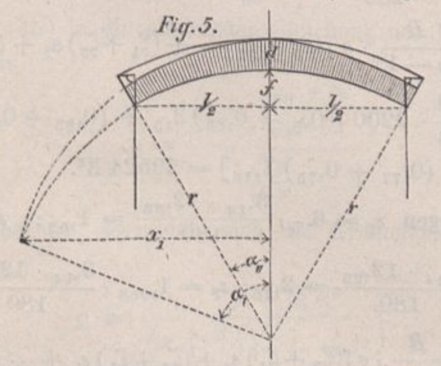
$$= 2 \cdot \frac{7,_5}{7} \cdot 2500$$

$$\cdot 2,_{61}(0,_{77} + 0,_{72} + 0,_{66} + 0,_{59} + 0,_{51} + 0,_{40} + 0,_{24})$$

$$= 54302 \text{ K}^g.$$

β. Druck der kreissegmentförmigen Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Bezeichnet $2\alpha_{11}$ den Centriwinkel und l die Spannweite des kreissegmentförmigen Gewölbes, s. Fig. 5, so gelten



ten die Gleichungen 29 — 32 bis zum Tangentenwinkel $\alpha = \alpha_{11}$ und die Gleichungen 33 — 34 bis zur Abscisse $x = \frac{l}{2}$. Ist

$$\alpha_{11} < a_1 \text{ oder } l/_2 < x_1,$$

so mufs der ganze Bogen unterrüstet werden, während für

$$\alpha_{11} > a_1 \text{ oder } l/_2 > x_1$$

nur der dem Bogen α_1 oder der Abscisse x_1 entsprechende Theil des Lehrgerüstes einer Unterstützung bedarf.

Beispiel. Für das früher*) berechnete 60gradige Segmentbogengewölbe einer Eisenbahnbrücke betrug

*) A. a. O. Sp. 431 ff.

der Radius der inneren Wölblinie $r = l = 30^m$,
das Gewicht des Gewölbes . . $g = 2800$ K^g p. kb^m,
die Stärke des Schlufssteins . . $d = 1,_{14}{}^m$,

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden, und nach dem Früheren $\mu = 0,_4$ gesetzt wird, aus Gleichung (14) die centrale Druckhöhe

$$\zeta = \alpha(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = 1,_{14}(1 - 0,_4 \operatorname{tg}\alpha)$$
$$k = g\zeta = 2800 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha =$	0^0	10^0	20^0	30^0
$\zeta =$	$1,_{14}$	$1,_{06}$	$0,_{97}$	$0,_{88}{}^m$
$k =$	3192	2968	2716	2464 K^g p. □^{m}.

Die hier berechneten Werthe stimmen mit den in Fig. 3, mit Hilfe der in Fig. 5 aufgetragenen Winkel, construirten centralen Druckhöhen überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $B = 7,_5{}^m$ und die Zahl seiner Lehrbogen $n = 8$, so ist der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (30)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gdr \left[\frac{\pi}{180}(a_1 - a) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{7,_5}{7} \cdot 2800 \cdot 1,_{14} \cdot 30 \left[\frac{3,_{14}}{180}(a_1 - a)\right.$$

$$\left. - 0,_4 \cdot 2,_{30} \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 204926 \left[0,_{017}(a_1 - a) - 0,_{92} \cdot \log \frac{\cos \alpha}{\cos a_1}\right].$$

Für $a_1 = 30^0$ und $a = 0$ ergiebt sich der volle Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = 204926\left(0,_{017} \cdot 30 - 0,_{92} \cdot \log \frac{1}{\cos 30^0}\right) = 92832 \text{ K}^g$$

Bedient man sich der Näherungsgleichung (19^a), so erhält man, da $s = 10 \cdot \frac{\pi r}{180} = \frac{3,_{14} \cdot 30}{18} = 5,_{22}$ zu setzen ist,

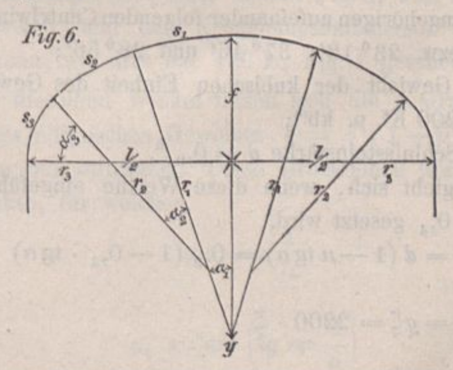
$$D = \frac{B}{n-1} \cdot gs\,[\zeta_0 + 2(\zeta_1 + \zeta_2) + \zeta_3]$$

$$= \frac{7,_5}{7} \cdot 2800 \cdot 5,_{22}\,[1,_{14} + 2(1,_{06} + 0,_{97}) + 0,_{88}]$$

$$= 15639 \cdot 6,_{08} = 95085 \text{ K}^g.$$

γ) Druck der korbbogenförmigen Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Werden für die einzelnen aufeinander folgenden Kreistheile des Korbbogens, s. Fig. 6, von dessen Scheitel nach dessen Anfang hin



die Längen der Bogenstücke mit $\alpha_1\ \alpha_2 \cdots \alpha_n$,
die zugehörigen Radien mit . . $r_1\ r_2 \cdots r_n$

bezeichnet, so ist die centrale Druckhöhe am Vereinigungspunkte des ersten und zweiten Bogenstücks

$$\zeta_1 = d(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha_1),$$

des zweiten und dritten Bogenstücks

$$\zeta_2 = d\,(1 - \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha_2),$$

des $(n-1)$ten und $n$ten Bogenstücks

$$\zeta_n = d\,(1 - \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha_n),$$

während die innerhalb dieser Bogenstücke, also

für $\alpha \begin{matrix} > 0 \\ < \alpha_1 \end{matrix}$

- $\alpha \begin{matrix} > \alpha_1 \\ < \alpha_2 \end{matrix}$

. . . . .

- $\alpha \begin{matrix} \alpha_{n-1} \\ \alpha_n \end{matrix}$

gelegenen centralen Druckhöhen in der erforderlichen Anzahl aus der allgemeinen Gleichung $\zeta = d\,(1 - \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha)$ gefunden werden können. Der Punkt, worin der Druck auf das Lehrgerüst Null wird, befindet sich in demjenigen $m$ten Bogenstück, für welches

$$\zeta_m = d\,(1 - \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha_m) = 0$$

also $\mathrm{tg}\,\alpha_m = \frac{1}{\mu}$ wird.

Bezeichnet B die Breite des Gewölbes,
n die Anzahl seiner Lehrbogen,

so beträgt der Druck des Gewölbes auf einen derselben im beliebigen $m$ten Bogenstück nach Gleichung (30)

$$D_m = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r_m \left[\frac{\pi}{180}\,(a_m - a_{m-1}) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a_{m-1}}{\cos a_m}\right] \quad \ldots \ldots \quad (39)$$

und der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen

$$D = D_1 + D_2 + \cdots D_m + \cdots D_n \quad \ldots \ldots \quad (40)$$

Annähernd läſst sich dieser Druck aus Gleichung (19) bestimmen. Sind die Bogenstücke hinlänglich klein, so genügt schon der Werth

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g\,[(\zeta_0 + \zeta_1)\,\alpha_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)\,\alpha_2 + \cdots (\zeta_{n-1} + \zeta_n)\,\alpha_n] \quad (41)$$

Sind dagegen die einzelnen Bogenstücke so groſs, daſs eine Berücksichtigung zwischenliegender centraler Druckhöhen wünschenswerth erscheint, so lassen sich diese nach derselben Gleichung leicht einschalten.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Korbbogengewölbe einer Straſsenbrücke betrugen

die Radien $r_1\,r_2\,r_3$ der aufeinander folgenden Bogenstücke bezw. $20_{,42}$; $12_{,99}$ und $5_{,56}$ ^{m};

die zugehörigen aufeinander folgenden Centriwinkel $\alpha_1\,\alpha_2\,\alpha_3$ bezw. $23^0\,18'$; $37^0\,46'$ und $28^0\,56'$;

das Gewicht der kubischen Einheit des Gewölbes $g = 2200$ K^g p. kb^m;

die Schluſssteinstärke $d = 0_{,9}$ ^{m},

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und $\mu = 0_{,4}$ gesetzt wird,

$$\zeta = d\,(1 - \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha) = 0_{,9}\,(1 - 0_{,4} \cdot \mathrm{tg}\,\alpha)$$

und

$$k = g\zeta = 2200 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha =$	0^0	10^0	20^0	$23^0\,18'$	30^0	40^0	50^0	60^0	$61^0\,04'$	68^0
$\zeta =$	$0_{,9}$	$0_{,83}$	$0_{,77}$	$0_{,75}$	$0_{,69}$	$0_{,60}$	$0_{,47}$	$0_{,28}$	$0_{,25}$	0 ^{m}
$k =$	1980	1834	1692	1641	1523	1316	1036	609	545	0 K^g p. □^{m}.

*) A. a. O. Sp. 435 ff.

Die hier berechneten centralen Druckhöhen stimmen mit den in Fig. 6, Taf. K construirten überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $B = 8$ ^{m} und die Zahl seiner Lehrbogen $n = 9$, so ist der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (39)

a) im ersten Bogenstück:

$$D_1 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r_1 \left[\frac{\pi}{180}(a_1 - a) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0_{,9} \cdot 20_{,42} \left[\frac{3_{,14}}{180}\,(23^0\,18' - 0) - 0_{,4} \cdot 2_{,3} \cdot \log \frac{1}{\cos 23^0\,18'}\right] = 30000 \text{ K}^g.$$

b) im zweiten Bogenstück:

$$D_2 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r_2 \left[\frac{\pi}{180}\,(a_2 - a_1) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a_1}{\cos a_2}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0_{,9} \cdot 12_{,99} \left[\frac{3_{,14}}{180}\,(61^0\,04' - 23^0\,18') - 0_{,4} \cdot 2_{,3} \cdot \log \frac{\cos 23^0\,18'}{\cos 61^0\,02'}\right] = 17113 \text{ K}^g.$$

c) im dritten Bogenstück:

$$D_3 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,d\,r_3 \left[\frac{\pi}{180}(a_3 - a_2) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos a_2}{\cos a_3}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0_{,9} \cdot 5_{,56} \left[\frac{3_{,14}}{180}\,(68^0 - 61^0\,04') - 0_{,4} \cdot 2_{,3} \cdot \log \frac{\cos 61^0\,04'}{\cos 68^0}\right] = 440 \text{ K}^g,$$

mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen nach Gleichung (40)

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 3000 + 17113 + 440 = 47553 \text{ K}^g.$$

Aus der Näherungsformel (41) ergiebt sich wegen $s_1 = s_2 = 10 \cdot \frac{\pi r_1}{180} = \frac{3_{,14} \cdot 20_{,4}}{180} = 3_{,5}$ und $s_3 = 3^0\,18' \cdot \frac{\pi r_1}{180} = 3_{,3} \cdot \frac{3_{,14} \cdot 20_{,4}}{180} = 1_{,16}$

$$D_1 = \frac{B}{(n-1)} \cdot g\,[(\zeta_0 + \zeta_1)\,s_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)\,s_2 + (\zeta_2 + \zeta_3)\,s_3]$$

$$= \frac{8}{8} \cdot 2200\,[(0_{,9} + 0_{,83})\,3_{,5} + (0_{,83} + 0_{,77})\,3_{,5} + (0_{,77} + 0_{,75})\,1_{,16}] = 29524 \text{ K}^g,$$

ferner wegen $s_1 = 6_{,7} \cdot \frac{3_{,14} \cdot 12_{,99}}{180} = 1_{,52}$; $s_5 = s_6 = s_7 = 10 \cdot \frac{3_{,14} \cdot 12_{,99}}{180} = 2_{,26}$; $s_8 = 1_{,066} \cdot \frac{3_{,14} \cdot 12_{,99}}{180} = 0_{,24}$

$$D_2 = \frac{B}{n-1} \cdot g\,[(\zeta_3 + \zeta_4)\,s_4 + (\zeta_4 + \zeta_5)\,s_5 + \cdots (\zeta_7 + \zeta_8)\,s_8]$$

$$= \frac{8}{8} \cdot 2200\,[(0_{,75} + 0_{,69})\,1_{,52} + (0_{,69} + 0_{,60})\,2_{,26} + (0_{,60} + 0_{,47})\,2_{,26} + (0_{,47} + 0_{,28})\,2_{,26} + (0_{,28} + 0_{,25})\,0_{,24}]$$

$$= 2200\,[1_{,44} \cdot 1_{,52} + 2_{,26}\,(0_{,69} + 2 \cdot 0_{,60} + 2 \cdot 0_{,47} + 0_{,28}) + 0_{,53} \cdot 0_{,24}] = 20548 \text{ K}^g.$$

ferner wegen $s_9 = 6_{,934} \cdot \frac{3_{,14} \cdot 5_{,56}}{180} = 0_{,67}$.

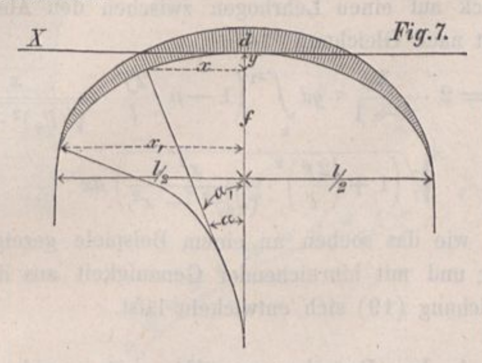
$$D_3 = \frac{B}{n-1} \cdot g\,(\zeta_8 + \zeta_9)\,s_9 = \frac{8}{8} \cdot 2200\,(0_{,25} + 0)\,0_{,67} = 358 \text{ K}^g,$$

mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen annäherungsweise

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 29524 + 30548 + 358 = 50430 \text{K}^g.$$

δ) Druck der Brückengewölbe, welche die Ellipse zur Gewölbeform haben, auf ihre Lehrgerüste.

Bezeichnet l die Spannweite und f die Pfeilhöhe des elliptischen Gewölbes, s. Fig. 7, so ist deren Scheitelgleichung bekanntlich



$$f - y = \frac{f}{l/_2}\left((l/_2)^2 - x^2\right)^{1/_2} \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

woraus man durch zweimalige Differentiation

$$\frac{dy}{dx} = \frac{f}{l/_2} \cdot \frac{x}{((l/_2)^2 - x^2)^{1/_2}} \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

und beziehungsweise

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{f \cdot l/_2}{((l/_2)^2 - x^2)^{3/_2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

erhält. Wird $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\alpha$ gesetzt, so ergiebt sich aus Gleichung (43)

$$\sqrt{(l/_2)^2 - x^2} = \frac{l/_2 \cdot f}{(f^2 + (l/_2)^2 \operatorname{tg}\alpha^2)^{1/_2}}$$

und wenn dieser Werth in Gleichung (44) eingeführt wird,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(f^2 + (l/_2)^2 \operatorname{tg}\alpha^2)^{3/_2}}{f^2 \cdot (l/_2)^2} \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

Führt man die Werthe von $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\alpha$ und von $\frac{d^2y}{dx^2}$ aus Gleichung (45) in die allgemeine Gleichung des Krümmungshalbmessers

$$\varrho = \frac{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)^{3/_2}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

ein und reducirt, so ergiebt sich der Krümmungshalbmesser der Ellipse

$$\varrho = \frac{f^2}{l/_2}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\left(\frac{2f}{l}\right)^2 + \operatorname{tg}\alpha^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

worauf sich dieser für beliebige Winkel α berechnen und mit Hilfe beider die Ellipse construiren läfst.

Für ein elliptisches Gewölbe mit $l = 30^m$ Spannweite und $f = 10^m$ Pfeilhöhe ergiebt sich daher nach Gleichung (46)

$$\varrho = \frac{100}{15}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{400}{900} + \operatorname{tg}\alpha^2}\right)^{3/_2} = \frac{20}{3}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{4}{9} + \operatorname{tg}\alpha^2}\right)^{3/_2}$$

Für $\alpha = 0^0$ ist $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}000$, daher $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}000}\right)^{3/_2} = 22{,}50^m$

Für $\alpha = 5^0$ ist $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}008$, daher $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}008}\right)^{3/_2} = 22{,}19^m$

- $\alpha = 10^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}030$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}030}\right)^{3/_2} = 21{,}35^m$

- $\alpha = 15^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}070$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}070}\right)^{3/_2} = 20{,}01^m$

- $\alpha = 20^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}130$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}130}{0{,}444 + 0{,}130}\right)^{3/_2} = 18{,}37^m$

- $\alpha = 25^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}219$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}219}{0{,}444 + 0{,}219}\right)^{3/_2} = 16{,}61^m$

- $\alpha = 30^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}336$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}336}{0{,}444 + 0{,}336}\right)^{3/_2} = 14{,}93^m$

- $\alpha = 35^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}490$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}490}{0{,}444 + 0{,}490}\right)^{3/_2} = 13{,}42^m$

- $\alpha = 40^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}707$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}707}{0{,}444 + 0{,}707}\right)^{3/_2} = 12{,}04^m$

- $\alpha = 45^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 1{,}000$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{2{,}000}{0{,}444 + 1{,}000}\right)^{3/_2} = 10{,}86^m$

- $\alpha = 50^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 1{,}426$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{2{,}426}{0{,}444 + 1{,}426}\right)^{3/_2} = 9{,}79^m$

- $\alpha = 55^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 2{,}057$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{3{,}057}{0{,}444 + 2{,}057}\right)^{3/_2} = 8{,}99^m$

- $\alpha = 60^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 3{,}000$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{4{,}000}{0{,}444 + 3{,}000}\right)^{3/_2} = 8{,}34^m$

- $\alpha = 65^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 4{,}601$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{5{,}601}{0{,}444 + 4{,}601}\right)^{3/_2} = 7{,}79^m$

- $\alpha = 70^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 7{,}546$ - - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{8{,}546}{0{,}444 + 7{,}546}\right)^{3/_2} = 7{,}38^m$

woraus die Ellipse mit Hilfe der in Fig. 3, Taf. L construirten Winkel α und der Krümmungshalbmesser aufgetragen werden kann, wie dies auf Taf. L, Fig. 1 geschehen ist.

Für dieselben Winkel lassen sich die centralen Druckhöhen des elliptischen Gewölbes $\zeta = d\ (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha)$ leicht berechnen und auftragen. Diese Druckhöhen werden Null in dem Punkte, für welchen

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{1}{\mu}$$

also

$$\alpha_1 = \operatorname{arc}\left(\operatorname{tg} = \frac{1}{\mu}\right)$$

Wird der Werth von ϱ aus Gleichung (46) in die allgemeine Gleichung (15) des Drucks der Gewölbe auf die Lehrgerüste eingeführt, so ergiebt sich der Druck des elliptischen Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot d \cdot \frac{2f^2}{l} \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) \left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{4f^2}{l^2} + \operatorname{tg}\alpha^2} \right)^{3/2} d\alpha \quad (47)$$

ein Werth, welcher sich einfacher aus der angenäherten Gleichung (19) entwickeln läſst.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Ellipsengewölbe einer Eisenbahnbrücke mit

der Spannweite . . . $l = 30^{\text{m}}$,
der Pfeilhöhe . . . $f = 10^{\text{m}}$,
dem Gewölbegewicht . $g = 2500$ K^g^ p. kb^m^,
der Schluſssteinstärke . $d = 0{,}_{94}{}^{\text{m}}$

ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und nach dem Früheren $\mu = 0{,}_4$ gesetzt wird,

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = 0{,}_{94}\,(1 - 0{,}_4 \operatorname{tg}\alpha)$$

und

$$k = g\zeta = 2500 \cdot \zeta,$$

mithin für

$\alpha =$	0^0	$7{,}_5{}^0$	$17{,}_5{}^0$	$27{,}_5{}^0$	$37{,}_5{}^0$	$47{,}_5{}^0$
$\zeta =$	$0{,}_{94}$	$0{,}_{89}$	$0{,}_{82}$	$0{,}_{74}$	$0{,}_{65}$	$0{,}_{53}$
$k =$	2350	2225	2050	1850	1625	1325

$\alpha =$	$57{,}_5{}^0$	68^0
$\zeta =$	$0{,}_{35}$	$0{,}_{00}{}^{\text{m}}$
$k =$	875	$0{,}_{00}$ K^g^ p. □^m^.

Beträgt die Breite der Brücke $B = 7{,}_5{}^{\text{m}}$ und die Anzahl der Lehrbogen $n = 8$, so ist der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen nach der Näherungsgleichung (19)

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g\,[(\zeta_0 + \zeta_1)\,s_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)\,s_2 + \cdots (\zeta_{n-1} + \zeta_n)\,s_n]$$

Hierin ist nach Gleichung (21)

$$s_1 = \frac{\pi}{180}\,(22{,}_5 \cdot 2{,}_5 + 22{,}_{19} \cdot 5) = 2{,}73,$$

$$s_2 = \frac{\pi}{180}\,(21{,}_{35} + 20{,}_{01}) \cdot 5 = 3{,}_{38},$$

$$s_3 = \frac{\pi}{180}\,(18{,}_{37} + 16{,}_{61}) \cdot 5 = 2{,}_{86},$$

$$s_4 = \frac{\pi}{180}\,(14{,}_{93} + 13{,}_{41}) \cdot 5 = 2{,}_{31},$$

$$s_5 = \frac{\pi}{180}\,(12{,}_{04} + 10{,}_{86}) \cdot 5 = 1{,}_{87},$$

$$s_6 = \frac{\pi}{180}\,(9{,}_{79} + 8{,}_{99}) \cdot 5 = 1{,}_{53}$$

$$s_7 = \frac{\pi}{180}\,(8{,}_{34} \cdot 5 + 7{,}_{79} \cdot 5{,}_5) = 1{,}_{38},$$

und wenn diese Werthe eingeführt werden, so ergiebt sich der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = \frac{7{,}_5}{7} \cdot 2500\,[1{,}_{83} \cdot 2{,}_{73} + 1{,}_{71} \cdot 3{,}_{38} + 1{,}_{56} \cdot 2{,}_{86} + 1{,}_{39} \cdot 2{,}_{31} + 1{,}_{18} \cdot 1{,}_{87} + 0{,}_{88} \cdot 1{,}_{53} + 0{,}_{35} \cdot 1{,}_{38}] = 60107 \text{ K}^{\text{g}}.$$

Wird, um die centralen Druckhöhen auf Coordinaten zu beziehen, statt $\operatorname{tg}\alpha$ der Werth der Tangente

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l/_2)^2 - x^2}}$$

in Gleichung (14) eingeführt, so erhält man

$$\zeta = d\left(1 - \mu \cdot \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l/_2)^2 - x^2}}\right) \quad . \quad . \quad (48)$$

Die Abscisse x_1 des Punktes, worin der Druck auf das Lehrgerüste Null wird, s. Fig. 7, ergiebt sich aus der Bedingung $\zeta = 0$ oder aus

$$\frac{dy}{dx_1} = \frac{2f}{l} \cdot \frac{x_1}{\sqrt{(l/_2)^2 - x_1{}^2}} = \frac{1}{\mu},$$

woraus

$$x_1 = \frac{l/_2}{\sqrt{1 + \left(\mu \cdot \frac{2f}{l}\right)^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

mithin die zugehörige Ordinate

$$y_1 = f\left(l/_2 - \sqrt{(l/_2)^2 - x_1{}^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

Der Druck auf einen Lehrbogen zwischen den Abscissen x_1 und x ist nach Gleichung (18)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gd \int_x^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l/_2)^2 - x^2}}\right) \cdot \sqrt{\left(1 + \left(\frac{2f}{l}\right)^2 \cdot \frac{x^2}{(l/_2)^2 - x^2}\right)}\, dx \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

welcher, wie das soeben an einem Beispiele gezeigt wurde, einfacher und mit hinreichender Genauigkeit aus der Näherungsgleichung (19) sich entwickeln läſst.

2. Druck der Brückengewölbe mit gegebener Belastung und hieraus abgeleiteter Gewölbeform oder der Klinoïdengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Der allgemeine Ausdruck für die Tangente der Klinoïdengewölbe ist

$$\frac{dy}{dx} = \pm a + \frac{y_0}{2\sqrt{h}}\left(e^{\frac{x}{\sqrt{h}}} - e^{-\frac{x}{\sqrt{h}}}\right) \mp \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{\sqrt{h}}} + e^{-\frac{x}{\sqrt{h}}}\right)$$

daher erhält man, wenn derselbe in Gleichung (14) eingeführt wird,

$$\zeta = d\left(1 - \mu\left[\pm a + \frac{y_0}{2\sqrt{h}}\left(e^{\frac{x}{\sqrt{h}}} - e^{-\frac{x}{\sqrt{h}}}\right) \pm \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{\sqrt{h}}} + e^{-\frac{x}{\sqrt{h}}}\right)\right]\right) \quad (52)$$

woraus sich die centrale Druckhöhe dieser Gewölbe ergiebt. Ist die innere Wölblinie dieser Gewölbe aus deren Krümmungshalbmesser $\varrho_1 = \varrho - \frac{d}{2}$, s. Fig. 8, worin

$$\varrho = \frac{h}{\cos\alpha^3 \sqrt{y_0{}^2 + h\,(\operatorname{tg}\alpha^2 \mp 2a \operatorname{tg}\alpha)}}$$

Fig. 8.

construirt, mithin die Winkel α angenommen, so erhält man die centrale Druckhöhe einfacher aus der centralen Druckhöhe

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha).$$

Für den Punkt, worin dieselbe Null wird, ist

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{1}{\mu}$$

woraus sich der zugehörige Winkel α_1 bestimmen läſst. Wird

*) A. a. O. Sp. 438 ff.

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

Lehrgerüste der Ellipsengewölbe.

Fig. 1. Druck der Ellipsengewölbe. Fig. 2. Anordnung ihrer Lehrgerüste

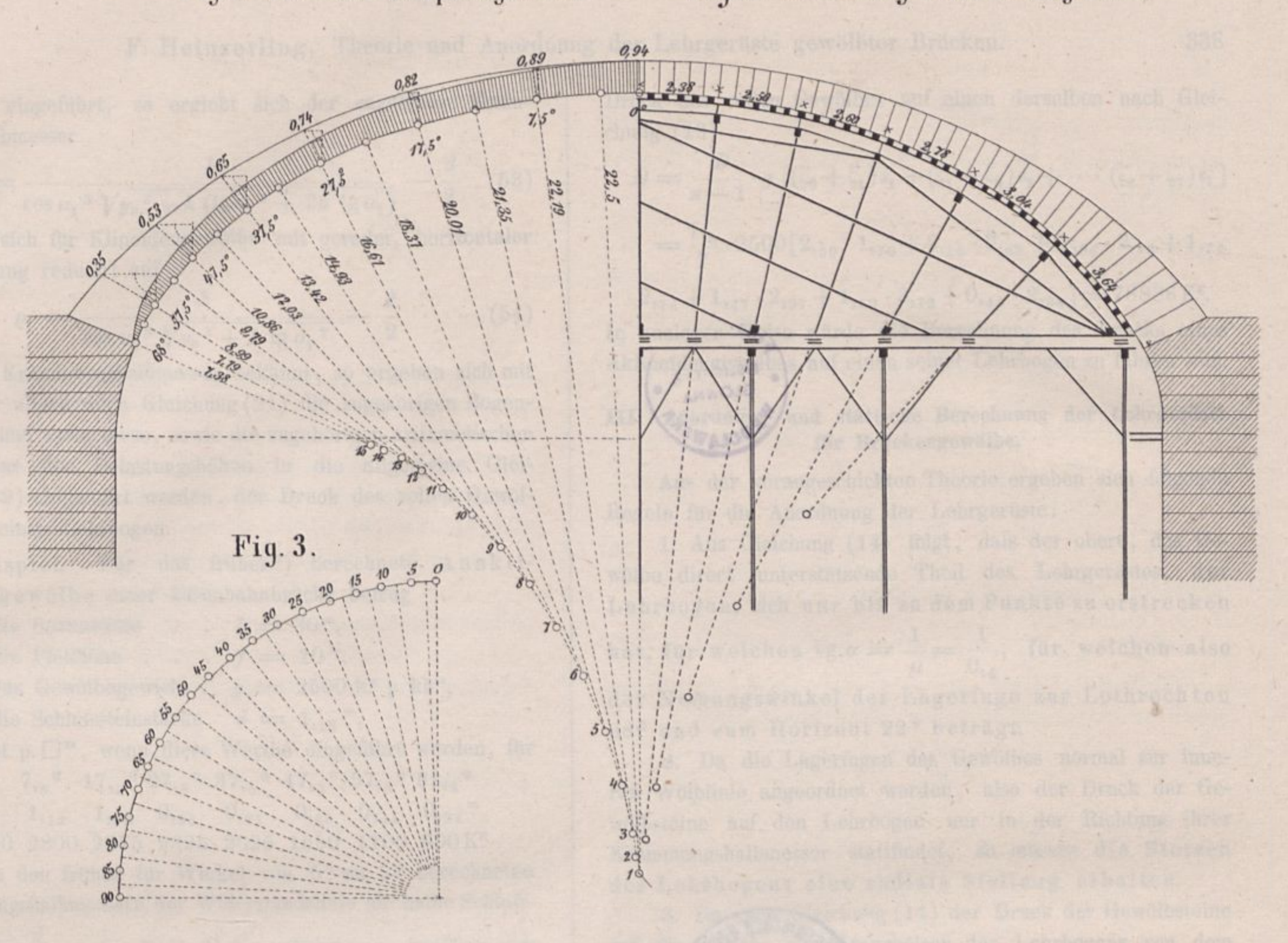
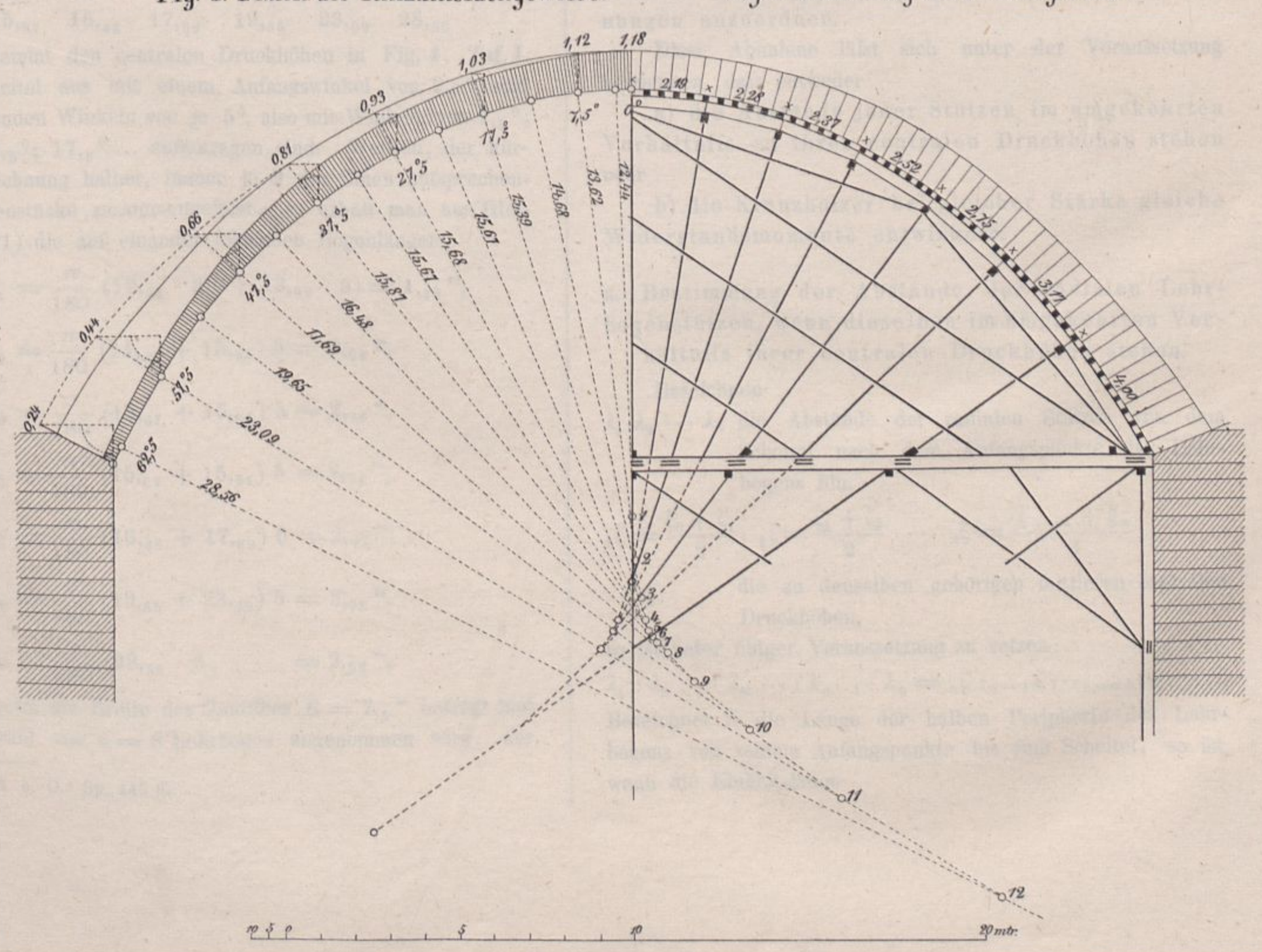


Fig. 3.

Lehrgerüste der Klinoïdengewölbe.

Fig. 4. Druck der Anaklinoïdengewölbe. Fig. 5. Anordnung ihrer Lehrgerüste.



Heinzerling gez.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin

derselbe eingeführt, so ergiebt sich der zugehörige Krümmungshalbmesser

$$\varrho_1 = \frac{h}{\cos\alpha_1^{\,3}\sqrt{y_0^{\,2} + h\,(\operatorname{tg}\alpha_1^{\,2} \mp 2a\,\operatorname{tg}\alpha_1)}} - \frac{d}{2} \qquad (53)$$

welcher sich für Klinoïdengewölbe mit gerader, horizontaler Abgleichung reducirt auf

$$\varrho_1 = \frac{h}{\cos\alpha_1^{\,3}\sqrt{y_0^{\,2} + h\,\operatorname{tg}\alpha_1^{\,2}}} - \frac{d}{2} \quad . \quad . \quad (54)$$

Sind die Krümmungshalbmesser bekannt, so ergeben sich mit Hilfe der allgemeinen Gleichung (21) die zugehörigen Bogenlängen, und wenn diese, sowie die zugehörigen arithmetischen Mittel aus den Belastungshöhen in die allgemeine Gleichung (19) eingeführt werden, der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Anaklinoïdengewölbe einer Eisenbahnbrücke betrug

die Spannweite . . $l = 30^m$,
die Pfeilhöhe . . . $f = 10^m$,
das Gewölbegewicht . $g = 2500$ Kg p. kbm,
die Schlufssteinstärke $d = 1{,}18^m$,

mithin ist p. □m, wenn diese Werthe eingeführt werden, für

$\alpha =$	0°	7,5°	17,5°	27,5°	37,5°	47,5°	57,5°	62,5°
$\zeta =$	1,18	1,12	1,03	0,93	0,81	0,66	0,44	0,24 m
$k =$	2950	2800	2575	2325	2025	1650	1100	600 Kg

Wird an den früher für Winkel von 5° zu 5° berechneten Krümmungshalbmessern der Widerstandslinie die halbe Schlufssteinstärke $\frac{d}{2} = 0{,}59^m$ in Abzug gebracht, so ergeben sich für dieselben Winkel die Krümmungshalbmesser ϱ_1 der inneren Wölblinie, nämlich für

$\alpha =$	0	5	10	15	20	25	30
$\varrho_1 =$	12,44	13,62	14,68	15,39	15,67	15,68	15,67
$\alpha =$	35	40	45	50	55	60	
$\varrho_1 =$	15,87	16,48	17,69	19,65	23,09	28,56	

welche sammt den centralen Druckhöhen in Fig. 4, Taf. L vom Scheitel aus mit einem Anfangswinkel von 2,5° und nachfolgenden Winkeln von je 5°, also mit Winkeln von 2,5°; 7,5°; 12,5°; 17,5° ... aufgetragen sind. Werden, der kürzeren Rechnung halber, immer je 2 der ihnen entsprechenden Bogenstücke zusammengefafst, so erhält man aus Gleichung (21) die auf einander folgenden Bogenlängen

$$s_1 = \frac{\pi}{180}(12{,}44 \cdot 2{,}5 + 13{,}62 \cdot 5) = 1{,}73^m,$$

$$s_2 = \frac{\pi}{180}(14{,}68 + 15{,}39)\,5 = 2{,}62^m,$$

$$s_3 = \frac{\pi}{180}(15{,}67 + 15{,}68)\,5 = 2{,}73^m,$$

$$s_4 = \frac{\pi}{180}(15{,}67 + 15{,}87)\,5 = 2{,}74^m,$$

$$s_5 = \frac{\pi}{180}(16{,}48 + 17{,}69)\,5 = 2{,}97^m,$$

$$s_6 = \frac{\pi}{180}(19{,}65 + 23{,}09)\,5 = 3{,}72^m,$$

$$s_7 = \frac{\pi}{180}(28{,}56 \cdot 6 \qquad = 2{,}98^m,$$

mithin wenn die Breite des Gewölbes $B = 7{,}5^m$ beträgt und eine Anzahl von $n = 8$ Lehrbogen angenommen wird, der Druck des vollen Gewölbes auf einen derselben nach Gleichung (19)

$$D = \frac{B}{n-1}\cdot g\,[(\zeta_0+\zeta_1)s_1 + (\zeta_1+\zeta_2)s_2 + \cdots (\zeta_6+\zeta_7)s_7]$$

$$= \frac{7{,}5}{7}\cdot 2500\,[2{,}30\cdot 1{,}73 + 2{,}15\cdot 2{,}62 + 1{,}96\cdot 2{,}73 + 1{,}74\cdot 2{,}74 + 1{,}47\cdot 2{,}97 + 1{,}10\cdot 3{,}72 + 0{,}44\cdot 2{,}98] = 78886\,\mathrm{K^g}.$$

In analoger Weise würde die Berechnung des Drucks eines Aklinoïdengewölbes auf einen seiner Lehrbogen zu führen sein.

*) A. a. O. Sp. 443 ff.

III. Anordnung und statische Berechnung der Lehrgerüste für Brückengewölbe.

Aus der vorangeschickten Theorie ergeben sich folgende Regeln für die Anordnung der Lehrgerüste:

1. Aus Gleichung (14) folgt, dafs der obere, das Gewölbe direct unterstützende Theil des Lehrgerüstes, der Lehrbogen, sich nur bis zu dem Punkte zu erstrecken hat, für welchen $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0{,}4}$, für welchen also der Neigungswinkel der Lagerfuge zur Lothrechten 68° und zum Horizont 22° beträgt.

2. Da die Lagerfugen des Gewölbes normal zur inneren Wölblinie angeordnet werden, also der Druck der Gewölbsteine auf den Lehrbogen nur in der Richtung ihrer Krümmungshalbmesser stattfindet, so müssen die Stützen des Lehrbogens eine radiale Stellung erhalten.

3. Da nach Gleichung (14) der Druck der Gewölbsteine auf die Schaal- und Kranzhölzer des Lehrbogens von dem Anfangspunkte desselben bis zu dessen Scheitel zunimmt, so sind jene radialen Stützen, um sie und die zwischen ihnen befindlichen Kranzhölzer möglichst gleichmäfsig anzustrengen, also um dazu Hölzer von möglichst gleicher Stärke anwenden zu können, von dem Anfangspunkte nach dem Scheitel des Bogens hin in abnehmenden Entfernungen anzuordnen.

Diese Abnahme läfst sich unter der Voraussetzung bestimmen, dafs entweder

a) die Abstände jener Stützen im umgekehrten Verhältnifs zu ihren centralen Druckhöhen stehen oder

b) die Kranzhölzer bei gleicher Stärke gleiche Widerstandsmomente entwickeln.

a. Bestimmung der Abstände der radialen Lehrbogenstützen, wenn dieselben im umgekehrten Verhältnifs ihrer centralen Druckhöhen stehen.

Bezeichnen

$\lambda_1\ \lambda_2 \cdots \lambda_n$ die Abstände der radialen Stützen von dem Scheitel nach dem Anfangspunkte des Lehrbogens hin,

$${}_1\zeta = \frac{\zeta_0+\zeta_1}{2},\ {}_2\zeta = \frac{\zeta_1+\zeta_2}{2} \cdots\ {}_n\zeta = \frac{\zeta_{n-1}+\zeta_n}{2}$$

die zu denselben gehörigen mittleren centralen Druckhöhen,

so ist unter obiger Voraussetzung zu setzen:

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \cdots \lambda_m \cdots : \lambda_{n-1} : \lambda_n = {}_n\zeta : {}_{n-1}\zeta : \cdots {}_{n-m+1}\zeta : \cdots {}_1\zeta$$

Bezeichnet L die Länge der halben Peripherie des Lehrbogens von seinem Anfangspunkte bis zum Scheitel, so ist, wenn die Einheitslänge

$$\frac{L}{{}_1\zeta + {}_2\zeta + \cdots {}_m\zeta} = \lambda \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (55)$$

gesetzt wird, die beliebige Entfernung der $m$ten und $(m-1)$-ten Stütze

$$\lambda_m = {}_{n-m}\zeta \cdot \lambda \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

deren Summe

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdot\cdot\, \lambda_n = \lambda\,({}_n\zeta + {}_{n-1}\zeta + \cdots\cdot {}_1\zeta) = L \quad (57)$$

wie hieraus folgt, wieder die Länge des betrachteten Bogens ergiebt.

Sind nach dem Vorstehenden die Abstände $\lambda_1\ \lambda_2 \cdots \lambda_n$ gefunden, so ergeben sich die auf jene einzelnen Stützen eines Lehrbogens entfallenden Drucke der Gewölbsteine

$$D_1 = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_1\zeta\lambda_1\,;\quad D_2 = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_2\zeta\lambda_2 \cdots\cdot\ D_n = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_n\zeta\lambda_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen

$$D = \lambda \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,({}_1\zeta\lambda_1 + {}_2\zeta\lambda_2 + \cdots\cdot {}_n\zeta\lambda_n) \quad (59)$$

Beispiel. Wird das oben berechnete Halbkreisgewölbe zu Grunde gelegt, so erhält man annähernd

$${}_1\zeta = \frac{0_{,77} + 0_{,72}}{2} = 0_{,75},$$

$${}_2\zeta = \frac{0_{,72} + 0_{,66}}{2} = 0_{,69},$$

$${}_3\zeta = \frac{0_{,66} + 0_{,59}}{2} = 0_{,63},$$

$${}_4\zeta = \frac{0_{,59} + 0_{,51}}{2} = 0_{,55},$$

$${}_5\zeta = \frac{0_{,51} + 0_{,40}}{2} = 0_{,46},$$

$${}_6\zeta = \frac{0_{,40} + 0_{,24}}{2} = 0_{,32},$$

$${}_7\zeta = \frac{0_{,24} + 0_{,00}}{2} = 0_{,12},$$

und hieraus

$${}_1\zeta + {}_2\zeta + \cdots\, {}_7\zeta = 3_{,52}.$$

Die Länge des halben Kreisbogens mit dem Radius $r = 15^{\mathrm{m}}$ und dem Centriwinkel $2\alpha_1 = 2 \cdot 68^0 = 136^0$ beträgt

$$L = \pi r \cdot \frac{\alpha_1}{180} = 3_{,14} \cdot 15 \cdot \frac{68}{180} = 17_{,78}{}^{\mathrm{m}},$$

mithin nach Gleichung (55)

$$\lambda = \frac{L}{{}_1\zeta + {}_2\zeta + \cdots {}_7\zeta} = \frac{17_{,78}}{3_{,52}} = 5_{,067}{}^{\mathrm{m}}$$

woraus nach Gleichung (56), indem man $n = 7$ und successive $m = 1, 2 \cdots 7$ setzt,

$$\lambda_1 = \lambda \cdot {}_7\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,12} = 0_{,61}{}^{\mathrm{m}},$$
$$\lambda_2 = \lambda \cdot {}_6\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,32} = 1_{,62}{}^{\mathrm{m}},$$
$$= \lambda \cdot {}_5\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,46} = 2_{,33}{}^{\mathrm{m}},$$
$$\lambda_4 = \lambda \cdot {}_4\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,55} = 2_{,61}{}^{\mathrm{m}},$$
$$\lambda_5 = \lambda \cdot {}_3\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,63} = 3_{,21}{}^{\mathrm{m}},$$
$$\lambda_6 = \lambda \cdot {}_2\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,69} = 3_{,51}{}^{\mathrm{m}},$$
$$\lambda_7 = \lambda \cdot {}_1\zeta = 5_{,067} \cdot 0_{,75} = 3_{,81}{}^{\mathrm{m}},$$

woraus sich wieder

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17_{,78}{}^{\mathrm{m}}$$

ergiebt. Mit Hilfe dieser Abstände läfst sich die Vertheilung der Stützen der Kranzhölzer anordnen.

Die Drucke auf diese Stützen betragen wegen

$$g \cdot \frac{B}{n-1} = 2500 \cdot \frac{7_{,5}}{7} = 2675$$

$$D_1 = 2675 \cdot 0_{,75} \cdot 0_{,61} = 2675 \cdot 0_{,46} = 1231\ \mathrm{K^g},$$
$$D_2 = 2675 \cdot 0_{,69} \cdot 1_{,62} = 2675 \cdot 1_{,10} = 2942\ \text{-}$$
$$D_3 = 2675 \cdot 0_{,63} \cdot 2_{,33} = 2675 \cdot 1_{,47} = 3932\ \text{-}$$
$$D_4 = 2675 \cdot 0_{,55} \cdot 2_{,61} = 2675 \cdot 1_{,44} = 3852\ \text{-}$$
$$D_5 = 2675 \cdot 0_{,46} \cdot 3_{,21} = 2675 \cdot 1_{,47} = 3932\ \text{-}$$
$$D_6 = 2675 \cdot 0_{,32} \cdot 3_{,51} = 2675 \cdot 1_{,12} = 2996\ \text{-}$$
$$D_7 = 2675 \cdot 0_{,12} \cdot 3_{,81} = 3675 \cdot 0_{,56} = 1498\ \text{-}$$

woraus

$$D_1 + D_2 + D_7 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot = 20338\ \text{-}$$

mithin der Druck auf sämmtliche Stützen zu $2 \cdot 20383 = 40766$, also annähernd wie früher, gefunden wird.

b. Bestimmung der Abstände der radialen Lehrbogenstützen, wenn die Kranzhölzer bei gleicher Stärke gleiche Widerstandsmomente entwickeln sollen.

Da in diesem Falle die Kranzhölzer auch gleichen Angriffsmomenten ausgesetzt sein müssen, so besteht die Gleichung

$${}_1\zeta\lambda_1{}^2 = {}_2\zeta\lambda_2{}^2 = \cdots\cdot {}_m\zeta\lambda_m{}^2 = \cdots\cdot {}_n\zeta\lambda_n{}^2 \cdot \quad (60)$$

woraus die Länge des $m$ten Kranzholzes

$$\lambda_m = \lambda_1 \sqrt{\frac{{}_1\zeta}{{}_m\zeta}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

gefunden wird. Aus der Gleichung

$$L = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_m + \cdots \lambda_n = \lambda_1 \sqrt{{}_1\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)$$

ergiebt sich

$$\lambda_1 = \frac{L}{\sqrt{{}_1\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)} \quad . \quad . \quad (62)$$

und wenn dieser Werth in Gleichung (61) eingeführt wird,

$$\lambda_m = \frac{L}{\sqrt{{}_m\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)} \quad . \quad . \quad (63)$$

woraus folgt, dafs die Länge λ_m eines Kranzholzes der Wurzel aus seiner centralen Belastungshöhe umgekehrt proportional ist.

Setzt man successive $m = 1,\ \lambda \ldots .\ n$ und führt für ${}_1\zeta\,{}_2\zeta \ldots .\ {}_n\zeta$ annäherungsweise die früheren Werthe ein, so ergeben sich die aufeinander folgenden Werthe von λ.

Erstes Beispiel. Für das früher berechnete Halbkreisgewölbe erhält man die Werthe

$$\sqrt{0_{,75}} = 0_{,87}\,;\ \sqrt{0_{,69}} = 0_{,83}\,;\ \sqrt{0_{,63}} = 0_{,79}\,;\ \sqrt{0_{,55}} = 0_{,74}\,;\ \sqrt{0_{,46}} = 0_{,68}\,;\ \sqrt{0_{,32}} = 0_{,57}\,;\ \sqrt{0_{,12}} = 0_{,35}\,;$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{0_{,75}}} = 1_{,16}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,69}}} = 1_{,20}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,63}}} = 1_{,26}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,55}}} = 1_{,35}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,46}}} = 1_{,47}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,32}}} = 1_{,76}\,;\ \frac{1}{\sqrt{0_{,12}}} = 2_{,89}\,;$$

und deren Summe

$$1_{,16} + 1_{,20} + 1_{,26} + 1_{,35} + 1_{,47} + 1_{,76} + 2_{,89} = 11_{,09},$$

daher nach Gleichung (63)

$$\lambda_m = \frac{17_{,78}}{11_{,09}\sqrt{{}_m\zeta}} = \frac{1_{,603}}{\sqrt{{}_m\zeta}}.$$

Hieraus erhält man durch Einführung der Zahlenwerthe für ${}_m\zeta$

$$\lambda_1 = 1_{,603} \cdot 1_{,16} = 1_{,87}{}^{\mathrm{m}}$$
$$\lambda_2 = 1_{,603} \cdot 1_{,20} = 1_{,94}{}^{\mathrm{m}}$$

$$\lambda_3 = 1{,}_{603} \cdot 1{,}_{26} = 2{,}_{04}{}^{m}$$
$$\lambda_4 = 1{,}_{603} \cdot 1{,}_{35} = 2{,}_{17}{}^{m}$$
$$\lambda_5 = 1{,}_{603} \cdot 1{,}_{47} = 2{,}_{36}{}^{m}$$
$$\lambda_6 = 1{,}_{603} \cdot 1{,}_{76} = 2{,}_{80}{}^{m}$$
$$\lambda_7 = 1{,}_{603} \cdot 2{,}_{89} = 4{,}_{58}{}^{m}$$

woraus sich, wie es sein mufs,

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17{,}_{78}{}^{m}$$

ergiebt.

Werden diese Längen auf die Bogen aufgetragen, so lassen sich leicht diejenigen, ihnen entsprechenden mittleren Höhen ${}^1\zeta\ {}^2\zeta \cdots {}^n\zeta$ construiren, welche die oben gestellte Bedingung genauer erfüllen, als die hier nur näherungsweise zu Grunde gelegten, gleichen Bogenlängen entsprechenden Druckhöhen. Zieht man die Berechnung jener mittleren Höhen vor, so erhält man die der Bogenlänge

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}$$

entsprechende Anzahl von Graden

$$a_m = \frac{180}{\pi \cdot r}\left(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}\right) =$$
$$= 3{,}_{82}\left(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}\right)$$

und wenn die Werthe für $\lambda_1\ \lambda_2 \ldots \lambda_m$ eingeführt werden,

$$a_1 = 3{,}_{82}\left(0{,}_{00} + \frac{1{,}_{89}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 0{,}_{945} = 3^0{,}_{61} = 3^0\,37'$$
$$a_2 = 3{,}_{82}\left(1{,}_{89} + \frac{1{,}_{94}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 2{,}_{860} = 10^0{,}_{93} = 10^0\,56'$$
$$a_3 = 3{,}_{82}\left(3{,}_{83} + \frac{2{,}_{04}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 4{,}_{850} = 18^0{,}_{53} = 18^0\,32'$$
$$a_4 = 3{,}_{82}\left(5{,}_{87} + \frac{2{,}_{17}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 6{,}_{960} = 26^0{,}_{57} = 26^0\,34'$$
$$a_5 = 3{,}_{82}\left(8{,}_{04} + \frac{2{,}_{36}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 9{,}_{220} = 35^0{,}_{22} = 35^0\,13'$$
$$a_6 = 3{,}_{82}\left(10{,}_{40} + \frac{2{,}_{80}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 11{,}_{800} = 45^0{,}_{08} = 45^0\,05'$$
$$a_7 = 3{,}_{82}\left(13{,}_{20} + \frac{4{,}_{58}}{2}\right) = 3{,}_{82} \cdot 15{,}_{49} = 59^0{,}_{17} = 59^0\,10'$$

Werden diese Winkel in Gleichung (26) eingeführt und hieraus die Druckhöhen berechnet, so ergiebt sich für

$\alpha =$	$3^0 37'$	$10^0 56'$	$18^0 32'$	$26^0 34'$	$35^0 22'$	$45^0 05'$	$59^0 10'$
${}_m\zeta =$	$0{,}_{75}$	$0{,}_{71}$	$0{,}_{67}$	$0{,}_{62}$	$0{,}_{55}$	$0{,}_{45}$	$0{,}_{25}$
$\frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} =$	$1{,}_{15}$	$1{,}_{19}$	$1{,}_{22}$	$1{,}_{28}$	$1{,}_{35}$	$1{,}_{49}$	$2{,}_{00}$

und hieraus durch Addition der in der letzten Reihe enthaltenen Werthe

$${}_1\zeta + {}_2\zeta + \cdots {}_n\zeta = 9{,}_{68}.$$

Wird dieser Werth in Gleichung (63) eingeführt, so erhält man

$$\lambda_m = \frac{17{,}_{78}}{9{,}_{68}} \cdot \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} = \frac{1{,}_{837}}{\sqrt{{}_m\zeta}}$$

mithin die genaueren Werthe:

$$\lambda_1 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{15} = 2{,}_{11}{}^{m}$$
$$\lambda_2 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{19} = 2{,}_{18}{}^{m}$$
$$\lambda_3 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{22} = 2{,}_{24}{}^{m}$$
$$\lambda_4 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{28} = 2{,}_{35}{}^{m}$$
$$\lambda_5 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{35} = 2{,}_{48}{}^{m}$$
$$\lambda_6 = 1{,}_{837} \cdot 1{,}_{49} = 2{,}_{74}{}^{m}$$
$$\lambda_7 = 1{,}_{837} \cdot 2{,}_{00} = 3{,}_{68}{}^{m}$$

nach welchen die in Fig. 2, Taf. K angegebene Construction entworfen ist und woraus sich wieder

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17{,}_{78}{}^{m}$$

ergiebt. Die in den Figuren 4 und 7, Taf. K und in den Figuren 2 und 5, Taf. L angegebenen Vertheilungen der Knotenpunkte des Lehrgerüstes wurden wie folgt erhalten.

Zweites Beispiel. Wird zunächst das früher berechnete Segmentbogengewölbe zu Grunde gelegt, so erhält man

$$L = \pi r \frac{a}{180} = 3{,}_{14} \cdot 30 \cdot \frac{60}{180} = 15{,}_{7}{}^{m},$$

ferner

$${}_1\zeta = \frac{1{,}_{14} + 1{,}_{06}}{2} = 1{,}_{10}, \text{ daher } \frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} = 0{,}_{95}$$
$${}_2\zeta = \frac{1{,}_{06} + 0{,}_{97}}{2} = 1{,}_{01}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} = 0{,}_{99}$$
$${}_3\zeta = \frac{0{,}_{97} + 0{,}_{88}}{1} = 0{,}_{92}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 1{,}_{01}$$

und durch Addition der letzteren Werthe

$$\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 2{,}_{95}$$

Nach Gleichung (63) ist daher

$$\lambda_m = \frac{15{,}_{7}}{2{,}_{95}} \cdot \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} = 5{,}_{32}\frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}}$$

mithin, wenn successive $m = 1, 2, 3$ gesetzt wird, die Entfernung

$$\lambda_1 = 5{,}_{32} \cdot 0{,}_{95} = 5{,}_{06}{}^{m}$$
$$\lambda_2 = 5{,}_{32} \cdot 0{,}_{99} = 5{,}_{27}{}^{m}$$
$$\lambda_3 = 5{,}_{32} \cdot 1{,}_{01} = 5{,}_{37}{}^{m}$$

und deren Summe

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 15{,}_{70}{}^{m}.$$

Die Zahl der Unterstützungspunkte ist in Fig. 4, Taf. K verdoppelt und die Entfernung der Stützpunkte nach einer jener ersteren ähnlichen Progression

$$\lambda_1 = 2{,}_{50} + 2{,}_{56} = 5{,}_{06}{}^{m}$$
$$\lambda_2 = 2{,}_{60} + 2{,}_{67} = 5{,}_{27}{}^{m}$$
$$\lambda_3 = 2{,}_{65} + 2{,}_{72} = 5{,}_{37}{}^{m}$$

gesetzt worden.

Drittes Beispiel. Wird das früher berechnete Korbbogengewölbe zu Grunde gelegt und werden nur die drei mittleren Kreissegmente berücksichtigt, so erhält man

$$L = \frac{3{,}_{14}}{180}(12{,}_{99} \cdot 37^0 46' + 20{,}_{42} \cdot 23^0 18')$$
$$= 8{,}_{61} + 8{,}_{33} = 16{,}_{94}{}^{m},$$

ferner

$${}_1\zeta = \frac{0{,}_{90} + 0{,}_{83}}{2} = 0{,}_{86}, \text{ daher } \frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} = 1{,}_{07},$$
$${}_2\zeta = \frac{0{,}_{83} + 0{,}_{77}}{2} = 0{,}_{80}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} = 1{,}_{12},$$
$${}_3\zeta = \frac{0{,}_{77} + 0{,}_{69}}{2} = 0{,}_{73}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 1{,}_{17},$$
$${}_4\zeta = \frac{0{,}_{69} + 0{,}_{60}}{2} = 0{,}_{64}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_4\zeta}} = 1{,}_{25},$$
$${}_5\zeta = \frac{0{,}_{60} + 0{,}_{47}}{2} = 0{,}_{53}, \quad - \quad \frac{1}{\sqrt{{}_5\zeta}} = 1{,}_{37},$$
$${}_6\zeta = \frac{0{,}_{47} + 0{,}_{28}}{2} = 0{,}_{37}, \quad - \quad \frac{2}{\sqrt{{}_6\zeta}} = 1{,}_{64},$$

und durch Addition der letzteren Gröfsen

$$\frac{1}{\sqrt{_1\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{_6\zeta}} = 7{,}_{62}.$$

Nach Gleichung (63) erhält man nun

$$\lambda_m = \frac{16{,}_{94}}{7{,}_{62}} \cdot \frac{1}{\sqrt{_m}} = 2{,}_{22} \cdot \frac{1}{\sqrt{_m\zeta}}$$

mithin, wenn die Werthe von $\frac{1}{\sqrt{_m\zeta}}$ nach und nach eingesetzt werden,

$$\lambda_1 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{07} = 2{,}_{38}{}^{m}$$
$$\lambda_2 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{12} = 2{,}_{50}{}^{m}$$
$$\lambda_3 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{17} = 2{,}_{60}{}^{m}$$
$$\lambda_4 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{25} = 2{,}_{78}{}^{m}$$
$$\lambda_5 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{37} = 3{,}_{04}{}^{m}$$
$$\lambda_6 = 2{,}_{22} \cdot 1{,}_{64} = 3{,}_{64}{}^{m},$$

woraus durch Addition $\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_6 = 16{,}_{94}$ erhalten wird. Die vorstehenden Näherungswerthe von λ sind der Construction des Lehrgerüstes in Fig. 7, Taf. K zu Grunde gelegt worden. Werden die den vorstehenden Werthen entsprechenden mittleren centralen Druckhöhen in der früher angegebenen Weise exacter bestimmt und dieser Berechnung zu Grunde gelegt, so lassen sich die Entfernungen der Stützpunkte noch genauer finden. Dieselbe Eintheilung kann annähernd auch für das elliptische Gewölbe von derselben Spannweite und Pfeilhöhe benutzt werden.

Viertes Beispiel. Legt man das früher berechnete Aklinoïdengewölbe zu Grunde, so beträgt annähernd $L = 19{,}_{28}$. Ferner erhält man

$$_1\zeta = 1{,}_{15}; \quad _2\zeta = 1{,}_{07}; \quad _3\zeta = 0{,}_{98}; \quad _4\zeta = 0{,}_{87}; \quad _5\zeta = 0{,}_{73}$$
$$_6\zeta = 0{,}_{55}; \quad _7\zeta = 0{,}_{34};$$

und hieraus

$$\frac{1}{\sqrt{_1\zeta}} + \frac{1}{_2\zeta} + \cdots \frac{1}{\sqrt{_7\zeta}} = 0{,}_{93} + 0{,}_{97} + 1{,}_{01} + 1{,}_{07}$$
$$+ 1{,}_{17} + 1{,}_{35} + 1{,}_{70} = 8{,}_{21},$$

daher

$$\lambda_m = \frac{19{,}_{28}}{8{,}_{21}} \cdot \frac{1}{\sqrt{_m\zeta}} = 3{,}_{35} \cdot \frac{1}{\sqrt{_m\zeta}}$$

und hieraus

$$\lambda_1 = 2{,}_{35} \cdot 0{,}_{93} = 2{,}_{19}{}^{m}$$
$$\lambda_2 = 2{,}_{35} \cdot 0{,}_{97} = 2{,}_{28}{}^{m}$$
$$\lambda_3 = 2{,}_{35} \cdot 1{,}_{01} = 2{,}_{37}{}^{m}$$
$$\lambda_4 = 2{,}_{35} \cdot 1{,}_{07} = 2{,}_{52}{}^{m}$$
$$\lambda_5 = 2{,}_{35} \cdot 1{,}_{17} = 2{,}_{75}{}^{m}$$
$$\lambda_6 = 2{,}_{35} \cdot 1{,}_{35} = 3{,}_{17}{}^{m}$$
$$\lambda_7 = 2{,}_{35} \cdot 1{,}_{70} = 4{,}_{00}{}^{m},$$

woraus sich wieder ergiebt

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 19{,}_{28}{}^{m}.$$

Die vorstehenden, angenäherten Abstände, welche sich auf die früher angegebene Methode, wenn nöthig, noch genauer finden lassen, sind der auf Taf. L, Fig. 5 dargestellten Anordnung des Lehrgerüstes zu Grunde gelegt worden.

4. Um die Ausrüstung möglichst zu erleichtern, ist es vortheilhaft, die zu derselben dienenden beweglichen Vorrichtungen, wie Keile, Schraubensätze, Sandsäcke oder excentrische Scheiben unmittelbar oder möglichst nahe unter dem Lehrbogen und, um den Druck des Lehrbogens möglichst direct, also mit Vermeidung von Biegungsspannungen in den Gurthölzern zu übertragen, diese letzteren unmittelbar unter den Füfsen der ungleichförmig vertheilten, radialen Streben anzubringen.

5. Bei Herstellung des Untergerüstes sind die erwähnten Ausrüstungsvorrichtungen aus dem soeben angegebenen Grunde direct zu unterstützen. Ist das Untergerüste

a) ein gestütztes, so sind die lothrechten Pfosten desselben möglichst direct unter jene Vorrichtungen zu stellen, weshalb sie nach der Mitte hin näher aneinander zu stellen sind; ist das Untergerüste

b) ein gesprengtes, so sind die Köpfe der Streben ebenfalls möglichst direct unter jenen Vorrichtungen anzubringen, wodurch dieselben nach der Mitte der Oeffnung hin gleichfalls näher aneinander rücken.

Nach vorstehenden Grundsätzen sind die Taf. K, Fig. 2, 4 und 7, sowie Taf. L, Fig. 2 und 5 dargestellten Schemata verschiedener Lehrgerüste angeordnet worden.

Aachen, im October 1873.

F. Heinzerling.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Das Empfangsgebäude der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn zu Breslau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 57 bis 62 im Atlas und auf Blatt P im Text.)

Das Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn-Unternehmen bestand bis zum Jahre 1868 aus den sich in Königszelt kreuzenden Bahnstrecken Breslau-Altwasser-Waldenburg und Frankenstein-Liegnitz. Eine Erweiterung desselben erfolgte durch den 1870 vollendeten Ausbau der Strecke Liegnitz-Raudten-Glogau-Grünberg-Rothenburg, und die in diesem Jahre in Betrieb gesetzten Strecken Rothenburg-Reppen und Breslau-Raudten.

Diese Erweiterungen werden im Jahre 1876 ihren vorläufigen Abschlufs finden durch die in der Ausführung begriffene Linie Reppen-Cüstrin-Stettin-Swinemünde und Freiburg-Salzbrunn-Friedland-Böhmische Grenze.

Der Bahnhof Breslau, welcher der Ausgangspunkt sowohl für die alte Stammbahn Breslau-Schweidnitz Freiburg, als auch für die neue Hauptlinie Breslau-Stettin-Swinemünde bildet, genügte diesem Zwecke, wie ein Blick auf den Situationsplan (Bl. P) vom Jahre 1866 zeigt, in keiner Weise. Die Anlagen für den Personen- und Güterverkehr, die zumeist noch aus dem Jahre 1843 stammten, entsprachen durchaus nicht den Anforderungen der Gegenwart, und der eiserne Gürtel der Verbindungsbahn, welcher die sämmtlichen Bahnhofsgeleise im Niveau kreuzte, verhinderte jede Längenausdehnung des Bahnhofes. — Es war ein günstiger Umstand, dafs der Bau der neuen Verbindungsbahn, welche, in weitem

Situation von Bahnhof Breslau der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn

Zustand im Jahre 1856.

Erläuterung:

- a. Empfangs-Gebäude.
- b. Verwaltungs-Gebäude.
- c. Telegraphen-Bureau.
- d. Wagenschuppen.
- e. Güterspeicher № I.
- f. Güterspeicher № II.
- g. Coaksschuppen
- h. Maschinen-Reparatur-Werkstatt.
- i. Werkstatt für Wagen-Reparatur
- k. Locomotiv-Schuppen
- l. Verkaufs-Comptoir für Kohlen.

Die Promenade
Am Schweidnitzer Stadtgraben
Am Nikolai-Stadtgraben
Berliner Platz
Siebenhufener Strasse
Sonnenstr.
Gasanstalt
n. Freiburg
Niederschl. Märkischer Bahnhof

Situation von Bahnhof Breslau der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn.

Die Promenade
Am Schweidnitzer Stadtgraben
Der Stadtgraben
Am Nikolai Stadtgraben
Infanterie Kaserne
Freiburger Strasse
Sonnen-Strasse
Holtei-Strasse
Siebenhufener Strasse
Berliner Platz
Abfahrtseite
Ankunftseite
Städt. Gasanstalt
Für Arbeiterwohnungen
Kohlen-Lager-Plätze
Privat-Grundstücke
Fahr-Strasse
Lade-Plätze
Märkische Strasse
Güterbahnhof der Freiburger Richtung
Güterbahnhof der Stettiner Richtung
Erweiterung
Kohlenlagerplatz
Project. Gasanstalt
Lager-Platz
Der Pfeiffer-Graben
Petroleum Schuppen
Niederschles. Märkischer Bahnhof.
Kohlen-Lager-Plätze
Privat-Grundstücke.
n. Oberschlesien
Uebergangsgeleis
nach Freiburg
nach Stettin
n. Posen u. Berlin

Bogen und in hoher Planumslage die Stadt umkreisend, eine Verlängerung der Bahnhofsgeleise um das Anderthalbfache ihrer ursprünglichen Ausdehnung zuliefs, in den Jahren 1869 bis 1871 erfolgte, also gleichzeitig mit der Ausführung des eine Beseitigung aller vorerwähnten Uebelstände anstrebenden Projectes für den Bahnhofs-Umbau, der nunmehr soweit vorgeschritten ist, dafs er in diesem Jahre beendet werden wird. Den interessantesten Theil dieses auf Blatt P dargestellten Umbauprojectes für Bahnhof Breslau bildet der Neubau des Empfangsgebäudes.

Zwar schliefst sich, wie aus dem beigefügten Grundrifs auf Blatt 57 hervorgeht, die Vertheilung und Gruppirung der inneren Räumlichkeiten sowohl auf der Abgangs- wie auf der Ankunftsseite im Wesentlichen den bewährten Mustern der Berliner Kopfstationen an, so dafs sich eine nähere Beschreibung dieser Bautheile mit Rücksicht auf die in grofsem Maafsstabe mitgetheilten Zeichnungen erübrigt. Dagegen bietet die Ausbildung des Verbindungs-Kopfbaues sowie der Halle zwischen der Abgangs- und der Ankunftsseite verschiedene neue Gesichtspunkte, welche eine eingehendere Erörterung verdienen dürften.

Für die Neugestaltung des Empfangsgebäudes nämlich kam neben der Einführung der Stettiner Linie, welche durch die inzwischen erfolgte Concessionirung der Abkürzungsstrecke Breslau-Raudten eine erhöhte Bedeutung erhielt, ein bereits früher vorhandenes, bei der ersten Anlage aber nicht hinreichend berücksichtigtes Moment in Betracht. Begünstigt durch die örtlichen Verhältnisse, einerseits durch die vorgeschobene Lage des Empfangsgebäudes zu einer stark bevölkerten und leichtlebigen Stadt, von deren Mittelpunkt der Kopfbau nur 900^{m} abliegt, andererseits durch die Nähe des Gebirges, dessen schönste Partieen in zwei- bis dreistündiger Eisenbahnfahrt zu erreichen sind, erfreut sich die Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn auf der Strecke Breslau-Altwasser eines lebhaften Personenverkehrs, der, nach Jahreszeit und Witterung schwankend, bei den Extrazügen an den Sonn- und Festtagen im Sommer seinen Höhepunkt erreicht. An solchen Tagen strömen bei gutem Wetter zuweilen Tausende von Menschen Morgens hinaus nach den Bergen, um Abends wieder heimzukehren.

Dieser periodisch wiederkehrende, an einzelnen Tagen übermäfsig gesteigerte Personenverkehr machte eine Trennung des Extrazugverkehrs von dem übrigen nothwendig, was sich durch Anlage eines Mittelperrons in Verbindung mit einem Wartesaal vor Kopf des Gebäudes am zweckmäfsigsten erreichen liefs, indem auf diese Weise sowohl das abgehende wie das ankommende Publikum auf dem kürzesten Wege und ohne den übrigen Betrieb zu belästigen, zu- resp. abgeführt werden konnte. Die abreisenden Extrazügler treten direct vom Vorplatze durch Vermittelung der Vorhalle in den Wartesaal, in welchem sie zur Rechten an drei Billetschaltern der durch Oberlicht erhellten Billetexpedition Fahrbillets lösen können. Gepäck führen die Extrazügler nicht, weshalb sich die Anlage einer Gepäckannahme erübrigt. Der Mittelperron, auf 180 Meter Länge überdacht, auf weitere 240 Meter Länge offen, gewährt bei einer Längenausdehnung von 420 Metern Platz zur Aufstellung von ca. 105 Personenwagen-Achsen, so dafs er bei einer Breite von $10{,}_{25}$ Metern auch gesteigerten Verkehrsanforderungen um so eher genügt, als die Passagiere stets nur eine Seite des Perrons benutzen.

Aufserdem ist in Aussicht genommen, den Mittelperron nebst Kopfbau für die Ankunft der Stettiner Züge, welche rechts vom Mittelperron anfahren, mit zu benutzen. Für diesen Fall bildet der Kopfbau das grofse Ausgangsvestibül, in welchem die durch ein leichtes Gitter abgetrennte Gepäckexpedition liegt und ein Raum für die Steuerbehörde vorgesehen ist.

Dieser aus den praktischen Bedürfnissen des Betriebes heraus entwickelte Grundrifs gab das Motiv zur architektonischen Ausbildung der weithin sichtbaren und dem zum Bahnhofe eilenden Publikum zuerst in die Augen fallenden Kopffaçade. — Der gegen den laubgeschmückten Vorplatz mit breiter Freitreppe und mächtigem Eingangsportale sich öffnende Mittelbau, gekrönt von einer mit den Gestalten der Pommerania und Silesia, welche Provinzen die Bahn zu verbinden bestimmt ist, ornamentirten Uhr, flankirt durch die von ionischen Sandsteinsäulen getragene halbrunde Halle, von welcher aus die ankommenden Reisenden die Droschken besteigen, dürfte wohl geeignet erscheinen, die gesammte Bauanlage als ein Eisenbahn-Empfangsgebäude zu charakterisiren.

Weicht schon die Gestaltung des Kopfbaues von den bisherigen Lösungen ab, so ist dies in noch höherem Grade mit der Ueberdachung des zwischen Ab- und Anfahrtsseite und der Verbindungshalle liegenden Raumes der Fall. Während ausnahmslos die gröfseren Endstationen diesen Raum mit einem grofsen eisernen Hallendache überdecken, ist hier von dieser Art der Dachconstruction Abstand genommen, vielmehr sind die beiden Seitenperrons mit Pultdächern, der Mittelperron mit einem Satteldache überdeckt.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dafs die grofsen Hallendächer einen vollständigeren Schutz gegen die Unbilden der Witterung, namentlich gegen Regen und Schnee, gewähren. Damit möchten aber auch die Vorzüge dieser Hallendächer gegenüber der gewählten Constructionsweise erschöpft sein. Denn dieser sind gerade die Vorzüge eigen, welche als Mängel der Hallendächer vielfach empfunden werden, nämlich der Vorzug ungehinderten Zutritts von Luft und Licht und der Ungebundenheit in der architektonischen Ausbildung nicht nur der Kopf-, sondern auch der Seitenfaçaden. Trotz aller künstlichen Vorrichtungen zur Erzielung einer guten Ventilation sind die Hallen doch durchweg mit schlechter, durch Rauch und Staubtheile geschwängerter Luft angefüllt, indefs bei vorliegender Lösung die Luft überall hin frei gelangen kann und um so reiner bleibt, als die Schornsteine der Maschinen nicht unter das Dach reichen.

Es ist ferner ein grofser Uebelstand, dafs es nur mit Mühe gelingt, der Halle selbst die erforderliche Beleuchtung zu geben, und dafs die an die Halle stofsenden Räume der An- und Abfahrtsseiten, so wie des Kopfbaues in allen Etagen nur secundäres Licht erhalten. Bei der Anwendung niedriger Dächer ist es dagegen angänglich, schon den im Parterregeschofs gelegenen höheren Räumen, namentlich also allen Wartesälen, sowie sämmtlichen in den oberen Stockwerken vorgesehenen Räumlichkeiten von beiden Seiten her directes Licht zu geben, wodurch die ganze Anlage nicht nur einen erheblich freundlicheren Eindruck macht, sondern auch viel vortheilhafter ausgenutzt werden kann. Diesen wesentlichen Vorzügen gegenüber fällt der Nachtheil der Säulen um so weniger ins Gewicht, als man durch entspre-

chend grofse Axentheilung und richtige Wahl des Abstandes von der Perronkante die mit der Säulenstellung wohl verbundene Beeinträchtigung der freien Bewegung des Publikums sehr herabzumindern im Stande ist. Jedenfalls sind die Säulen hier nicht mehr störend, als bei den überdachten Perrons der grofsen Trennungsstationen, wo zeitweise eine noch gröfsere Concentration von Reisenden stattfindet. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung aber für die Vergleichung ist endlich der Kostenpunkt. Die Kosten für die in den Jahren 1871 bis 1874, also in den Jahren der theueren Eisenpreise hergestellten Perrondächer auf Bahnhof Breslau haben betragen:

Mittelperron pro □^{m} . . . 14 Thlr. 3 Sgr.
Seitenperrons - - . . . 8 - 9 -

in medio . . 12 Thlr. $1\frac{1}{2}$ Sgr.

Nach den in dieser Zeitschrift, Jahrgang XX (1870) pag. 166 mitgetheilten Notizen hat das Hallendach des Niederschlesisch-Märkischen Bahnhofes bei den verhältnifsmäfsig billigen Eisenpreisen des Jahres 1868 gekostet

pro □^{m} . . 12 Thlr. 25 Sgr.;

bei den um rot. 30 % gestiegenen Eisenpreisen der Jahre 1871 bis 1874 würden diese Kosten jedoch mindestens gegen 16 Thlr. pro □^{m} betragen haben, so dafs allein im Eisenwerke die Kosten sich etwa wie 3 : 4 verhalten würden.

Das Verhältnifs stellt sich jedoch wesentlich anders, wenn man erwägt, welche Mauermassen zu verstärken, zu erhöhen und neu aufzuführen gewesen wären, um für das Empfangsgebäude der Freiburger Bahn ein Hallendach überhaupt zu ermöglichen.

Die drei niedrigen Perronhallen haben zusammen einen Kostenaufwand von 47200 Thlr. verursacht. Wäre der ganze Raum von 136^m Länge der Abfahrtsseite und $42{,}_5$^{m} Breite mit einem Hallendache überdeckt worden, so wären, unter Zugrundelegung des Einheitspreises von 16 Thlr. pro □^{m} 5780 · 16 oder rot. 92480 Thlr. Kosten für das Eisenwerk der Halle entstanden; hierzu treten die Kosten für Verstärkungen, Erhöhungen und Maueraufführungen der Mauern bis zu einer Höhe von 13^m über Perronkante, welche nach einer überschläglichen Berechnung ungefähr 45000 Thlr. betragen, so dafs die Gesammtkosten für das Hallendach sich auf wenigstens 92480 + 45000 = 137480 Thlr. belaufen haben würden. Die Kosten der niedrigen Perrondächer zum Hallendache verhalten sich somit wie 47200 : 137480 oder nahezu wie 1 : 3.

Dies Resultat dürfte für ähnliche Anlagen von entscheidendem Einflusse sein, da schliefslich als einziger Vortheil des Hallendaches die Gewinnung eines Wagenschuppens übrig bleibt, den man, falls ein solcher überhaupt Bedürfnifs ist, für den fünften Theil der Kosten eben so gut herstellen kann.

Sämmtliche Projecte sind unter der Leitung des Regierungs- und Bauraths Vogt, technischen Mitgliedes des Directoriums der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn, entworfen und ausgeführt. Das Project für den Umbau des Gesammtbahnhofes Breslau hat der Baumeister Wernich, das für das Empfangsgebäude der Baumeister Hasenjäger, unter Benutzung der architektonischen Entwürfe der Baumeister Kyllmann und Heyden, aufgestellt. Die auf Blatt 62 im Detail dargestellten Sculpturen des Kopfbaues sind von dem Baurath Lüdecke entworfen und von dem Bildhauer Rachner ausgeführt.

Die specielle Leitung der Ausführung der Abfahrtsseite war dem Baumeister Hasenjäger, des Kopfbaues sowie der Ankunftsseite dem Architekten Baller übertragen worden.

Anderweitige Mittheilungen.

Die Stromverhältnisse der Elbe bei Torgau in den Jahren 1820 bis 1850.

(Mit Zeichnungen auf Blatt M im Text.)

In dem Archiv der Königlichen Regierung zu Merseburg sind die Messungen der Elbe in den Jahren 1820 bis 1823 von dem Bauconducteur Michaelis aufbewahrt, ohne dafs bisher die mühsamen und sorgfältig ermittelten Resultate der Profil- und Geschwindigkeits-Aufnahmen einer weiteren Bearbeitung unterzogen worden wären. Wie eine leichte Uebersicht ergiebt, haben die Resultate nicht blos einen historischen, sondern in Bezug auf die Umgestaltung der Flufsbetten im Laufe der Jahre einen hohen meteorologischen Werth, und dieserhalb schien es mir wohl der Mühe werth, sie einer Untersuchung zu unterwerfen.

Mit Bezug auf die von mir in der Hannöverschen Zeitschrift des Ingenieur- und Architekten-Vereins (1870) entwickelte Darstellung der durchschnittlichen Profile, der Wassermengen- und Geschwindigkeits-Curven in einer Flufsstrecke erschien es mir von Werth, namentlich die Stromverhältnisse bei Torgau ins Auge zu fassen, da dieser Elbtheil so ziemlich in der Mitte des Regierungsbezirks liegt und somit für die abliegenden Elbtheile einen gewissen Anhalt gewährt. Es ist daher im Folgenden die Elbestrecke unterhalb Torgau von Profil 194 bis 299 der damaligen Messungen vornämlich in Betracht gezogen worden. Selbstverständlich konnte von dem maafsgebenden, rheinländischen Maafse nicht abgegangen werden.

Es waren 54 Profile auf der Strecke von Torgau bis unterhalb Dommitzsch gemessen auf 6545 Ruthen, also durchschnittlich in $121{,}_2$ Ruthen Entfernung. Von diesen mufsten für die Wassermengen-Berechnung drei ausscheiden, da hier gröfsere Flächen vorkamen, deren Geschwindigkeit wegen der gröfsten Tiefe oder aus sonst einem Grunde nicht bestimmt werden konnte.

Die Geschwindigkeiten waren in jedem Profil von 2 zu 2 Ruthen und von 2 zu 2 Fufs mit einem Woltman'schen Flügel gemessen, dessen einfacher Flügelwerth bestimmt war. In Folge des bei der Wassermengen-Berechnung zu Grunde gelegten einfachen Flügelwerthes sind die sehr zahlreichen Bestimmungen nicht genau genug. Wie auf S. 77 u. f. des lauf. Jahrgangs dieser Zeitschrift auseinandergesetzt, ist die Formel für die Flügelumdrehungen eine complicirte, da der Flügel nachweislich eine gewisse Geschwindigkeit nicht angiebt. Die Elbberechnungen geben daher die Wassermasse zu gering

an. Nach den bisherigen Messungen durfte man annehmen, dafs das höchste Wasser bei Torgau eine Wassermenge von etwa 80000 bis 90000 Cbffs. pro Secunde bewegen mochte. Die verschiedenen Damm- und Eisenbahnprojecte im Elbgebiete machten es erforderlich, diese Wassermasse genau kennen zu lernen, und veranlafsten vereinzelte Versuche, auf anderm Wege als dem der directen Messung zur Ermittelung der Hochwassermasse zu gelangen. Die verschiedenen Berechnungen liefsen eine weit höhere Wassermasse vermuthen, als die Elbmessungen erkennen liefsen. Dies gab die erste Veranlassung, die älteren Messungen einer besseren Verwerthung zu unterziehen und die nachfolgenden Stromgesetze zu entwickeln und zur Kenntnifs zu bringen.

1. Profilgesetz.

Nach der von dem Herrn Land-Baumeister Richrath ausgeführten Entwickelung des Durchschnittsprofils aus den 54 Profilen von Nr. 194 bis 299 ergab sich zunächst deren Summe

Laufende Nr.	Kleinwasser-Profil b. 3′ am Pegel zu Torgau □Ffs.	bei 6′ am Torgauer Pegel		bei 9′ am Torgauer Pegel	
		Zuwachs □Ffs.	Profilfläche □Ffs.	Zuwachs □Ffs.	Profilfläche □Ffs.
Profile = 54	125639	99315	224954	116456	341410
im Mittel 1	2327	1839	4166	2157	6322

Die arithmetischen Mittel aus obigen 54, in den Jahren 1820—22 aufgenommenen Querprofilen F bei den Wasserständen von 3′, 6′ und 9′ am Torgauer Pegel, sowie die arithmetischen Mittel der Breiten b_1 im Wasserspiegel sind folgende:

bei 3′ am Torgauer Pegel ist $F = 2327$ □F. u. $b_1 = 551$ Fufs,
- 6′ - - - - - $= 4166$ - - - $= 673$ -
- 9′ - - - - - $= 6322$ - - - $= 766$ -

Betrachtet man die Flächen F als parabolische Abschnitte, so findet man die Tiefen t für obige Wasserstände aus der Parabel-Gleichung

$$F = {}^2/_3\, b_1 t, \text{ also } t = {}^3/_2\, \frac{F}{b_1},$$

mithin

bei 3 Fufs am Pegel $t = 6{,}_{33}$ Fufs,
- 6 - - - - $= 9{,}_{29}$ -
- 9 - - - - $= 12{,}_{38}$ -

Diese Tiefen sollen jedoch (was schon hier annähernd der Fall ist) um genau je 3 Fufs wachsen. Man setze dieselben daher der Reihe nach

$$6{,}_{33} = t$$
$$9{,}_{29} = t + 3$$
$$12{,}_{38} = t + 6$$

summirt giebt $28{,}_{00} = 3t + 9$,
hieraus findet man

$$t = \frac{28 - 9}{3} = 6{,}_{33}{}'.$$

Die Tiefen des Normalprofils sind demnach

bei 3′ am Pegel $t = 6{,}_{33}$ Fufs,
- 6′ - - - $= 9{,}_{33}$ -
- 9′ - - - $= 12{,}_{33}$ -

Aus diesen Tiefen t als Abscissen und den Flächen F als Parabel-Abschnitten berechnen sich wiederum die Ordinaten b (oder halben Breiten im Wasserspiegel) aus der Formel

$$F = {}^4/_3\, b \cdot t, \text{ woraus } b = {}^3/_4 \cdot \frac{F}{t},$$

mithin bei 3′ am Pegel $b = 276$ Fufs,
- 6′ - - - $= 335$ -
- 9′ - - - $= 385$ -

Aus den Abscissen t und den Ordinaten b findet man nun den Parameter p durch die Scheitelpunktsgleichung der Parabel $b^2 = pt$ und $p = \frac{b^2}{t}$, indem man nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$p = \frac{\Sigma\,(b^2 t)}{\Sigma\,(t^2)} \text{ setzt,}$$

woraus sich der Parameter

$p = 12025$ Fufs ergiebt.

Aus p und t berechnen sich dann die Querprofile F wie folgt:

$F = {}^4/_3\, bt$ und $b^2 = pt$,

also $b = \sqrt{pt}$. Diesen Werth von b in die erste Formel eingesetzt, giebt

$$F = {}^4/_3\, t\sqrt{pt} = 146{,}_{2114}\, t\sqrt{t} =$$
$$= 146{,}_{21} \cdot \left(z + \frac{10}{3}\right) \cdot \sqrt{\left(z + \frac{10}{3}\right)} \text{ worin}$$

z = Wasserstand am Torgauer Pegel und ${}^{10}/_3 = 3{,}_{333}{}'\ldots$ die Tiefenlage des Anfangspunktes der Parabel, nämlich hier $3{,}_{333}{}'\ldots$ unter dem 0 Punkte des Torgauer Pegels. Hieraus findet man

		gemessen war:
bei 3′ am Pegel	$F = 2329$ □F.	2327 □F.,
- 6′ - - -	$= 4167$ -	4166 -
- 9′ - - -	$= 6330$ -	6322 -

Man kann daher annehmen, dafs die Formel

$$F = 146{,}_{2114}\, (z + {}^{10}/_3)\, \sqrt{(z + {}^{10}/_3)}$$

das damalige Durchschnittsprofil sehr genau wiedergiebt.

Dafs übrigens auch in dem Vorkommen der Einzel-Profilgröfsen bei den einzelnen Wasserständen sich eine Gesetzmäfsigkeit nachweisen läfst, läfst folgende Anordnung ungeachtet der geringen Zahl der Profile immerhin erkennen.

Es finden sich nämlich von 200 zu 200 □Fufs geordnet

bei 3′ am Torgauer Pegel

zwischen 1000	und 1200	□Fufs	=	2	Profile,
- 1200	- 1400	-	=	1	-
- 1400	- 1600	-	=	2	-
- 1600	- 1800	-	=	1	-
- 1800	- 2000	-	=	4	-
- 2000	- 2200	-	=	11	-
- 2200	- 2400	-	=	8	-
- 2400	- 2600	-	=	11	-
- 2600	- 2800	-	=	5	-
- 2800	- 3000	-	=	4	-
- 3000	- 3200	-	=	4	-
- 3200	- 3400	-	=	1	-

und bei 9′ am Torgauer Pegel

zwischen 5200	und 5400	□Fufs	=	2	Profile,
- 5400	- 5600	-	=	1	-
- 5600	- 5800	-	=	5	-
- 5800	- 6000	-	=	3	-
- 6000	- 6200	-	=	11	-
- 6200	- 6400	-	=	7	-

zwischen 6400 und 6600 □Fuſs = 7 Profile,
- 6600 - 6800 - = 11 -
- 6800 - 7000 - = 5 -
- 7000 - 7200 - = 1 -
- 7200 - 7400 - = 1 -

Und ergab sich im ersten Falle bei 3′ am Torgauer Pegel, wie vorhin nachgewiesen,

die mittlere Profilgröſse = 2329 □Fuſs,

im 2ten Falle bei 9′ am Pegel = 6330 □Fuſs.

2. Wassermassengesetz.

Für die Entwickelung des Wassermassengesetzes wäre es zunächst erwünscht gewesen, den damals zu den Messungen verwendeten Flügel einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen. Es konnte indeſs beim Beginn dieser Untersuchung nicht festgestellt werden, wo der Flügel inzwischen aufbewahrt sein mochte und ob er überhaupt noch existire. Hiernach blieb nichts übrig, als folgende Erfahrung zu benutzen. Alle Wassermengen-Ermittelungen mittelst des einfachen Flügelwerths lassen erkennen, daſs bei gleich hohem Wasserstande desselben Gewässers die Wassermengen gröſser erscheinen bei kleinem Profil als bei groſsem Profil. Da nun bei diesen Messungen diejenige Geschwindigkeit fehlt, welche der Flügel nicht mehr angiebt und durch Reibung consumirt wird, so erhält bei Berücksichtigung dieser Geschwindigkeit die Wassermasse des kleineren Profils einen kleineren Zuwachs, als die des gröſseren. Die Wassermengen gleichen sich durch diese Zusätze daher mehr aus, werden aber sonst erheblich gröſser.

So ergab sich bei Doppelmessungen bei Ratibor, daſs nach dem bloſsen Flügelwerthe und der Umdrehungszahl ein Profil von 312 □Fuſs $78,_{303}$ Cbffs., und ein dergleichen von $135,_{75}$ □Fuſs $131,_{81}$ Cbffs. lieferte, daſs aber mit Rücksicht auf den aus 15 Doppelmessungen erzielten Werth für die vom Flügel nicht mehr angegebene Geschwindigkeit $= 0,_{3528}'$ sich die Wassermasse im ersten Profil zu $188,_{38}$ Cbffs., im zweiten Profil zu $179,_{71}$ Cbffs. herausstellte.

Hieraus ergiebt sich die Formel zur Entwickelung der wahren Wassermasse leicht, wenn a die Wassermasse und b diejenige Geschwindigkeit bedeutet, welche gesucht wird, und Q die bisherige Wassermasse und F die Profilgröſse zu bezeichnen haben, da dann

$$a = bF + Q \text{ und}$$
$$\text{also } Q = a - bF \text{ sein muſs.}$$

Nun liegen für viele Wasserstände mehrfache Messungen vor; es greift daher die Methode der kleinsten Quadrate Platz und ist danach

$$a = \frac{\Sigma(F^2)\,\Sigma(Q) - \Sigma(F)\,\Sigma(FQ)}{n \cdot \Sigma(F^2) - (\Sigma(F))^2}$$

$$b = \frac{n\,\Sigma(F \cdot Q) - \Sigma(F)\,\Sigma(Q)}{n\,\Sigma(F^2) - (\Sigma(F))^2}$$

Die Entwickelung von a ist nicht weiter zu verfolgen, da jede Reihe von Messungen nicht gleiche b erzielt, und erst aus den verschiedenen b später das gemeinschaftliche b zu ermitteln ist, welches die Entwickelung der richtigen einzelnen Wassermassen gestattet. Hiernach ergab sich:

a. für den Wasserstand von 3′ 10″ Torgauer Pegel aus den Profilen und zugehörigen gemessenen Wassermassen

F □Ffs.	Q Cbffs.
2676	6692
2886	6356
2810	6439
2521	6351

$b = -0,_{099663}$.

b. für den Wasserstand von 4′ 11″ Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.
3813	8414
3761	8205
3152	8592
3263	8982
3834	8833
4203	8243
3521	8228
3206	8497

$b = -0,_{33558}$.

c. für den Wasserstand von 5′ 5″ Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.
3147	10083
3805	10019
3898	9452
3419	9534
3369	9592
3878	9808

$b = -0,_{186562}$.

d. für den Wasserstand von 5′ 8″ Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.	F □Ffs.	Q Cbffs.
3343	10412	3405	10805
3755	10074	4186	10535
3738	10758	4089	10319
3754	10750	4141	9969
3710	10737	4122	10637
3996	11020	4171	10708
3655	10817	4117	10877
3103	11071	4029	10809
3599	10801	4228	10455

$b = -0,_{29274}$.

e. für den Wasserstand von 5′ 10″ Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.
3905	11749
4207	11205
4587	11204
4110	11068
4407	11667

$b = -0,_{324645}$.

f. für den Wasserstand von 6′ Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.	F □Ffs.	Q Cbffs.
4396	12084	4088	12610
3971	12407	4528	12504
4206	12419	4414	12412
4536	12514		

$b = -0,_{095293}$.

g. für den Wasserstand von 7′ am Torgauer Pegel aus:

F □Ffs.	Q Cbffs.
5603	14603
4711	14272

$b = +0,_{37220}$.

Den mittleren Werth dieser einzelnen Werthe findet man aber, wenn man nach der Methode der kleinsten Quadrate das Quadrat der Anzahl Untersuchungen jedesmal mit dem entsprechenden Werthe multiplicirt, alle Producte addirt und durch die Summe der Quadrate der Zahlen der zugehörigen Untersuchungen dividirt.

Der mittlere Werth ist also von

$$-b = \frac{+18^2 \cdot 0{,}_{29274} + 8^2 \cdot 0{,}_{33558} + 7^2 \cdot 0{,}_{09529} + 6^2 \cdot 0{,}_{18656} + 5^2 \cdot 0{,}_{32465} + 4^2 \cdot 0{,}_{09966} - 2^2 \cdot 0{,}_{3722}}{18^2 + 8^2 + 7^2 + 6^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2}$$

$$= +0{,}_{2624}.$$

Die wirklich abgeflossene Wassermasse oder a ist also jedesmal

$$= 0{,}_{2624}\, F + Q.$$

Nunmehr ist man im Stande, aus den mittleren Profilen und Wassermassen jeder Versuchsreihe die wirklich abgeflossene Wassermasse in den Jahren 1820 bis 1823 festzustellen und ergeben sich dieselben:

Wasserstand. Torgauer Pegel.	Wassermasse. Cbffs.	Zahl der Messungen.
3′ 10″	7174	4
4′ 11″	9442	8
5′ 5″	10689	6
5′ 8″	11650	18
5′ 10″	12492	5
6′	13551	7
7′	15790	2
9′ 2½″	25153	1

Damit kommt man erst in die Lage, die Wassermengen-Curve der damaligen Elbe bei Torgau zu entwickeln, und ist es zweckmäfsig, hierbei auch die Zahl der Untersuchungen für jeden Wasserstand in Rechnung zu ziehen. Bezeichnet nun t_1 die Tiefenlage des Anfangspunktes der Wassermengen-Curve unterm Wasserspiegel, Q die Wassermenge, welche dem Wasserspiegelstande entspricht, so ist, da die Wassermengen-Curve eine einfache Parabel ist, und p_1 den Parameter bezeichnen mag, allemal

$$t_1^2 = p_1\, Q.$$

t_1 ist an sich nicht bekannt, man kann aber, da t_1 wie der Wasserstand am Pegel zu- und abnimmt, dafür setzen, wenn z den Wasserstand am Pegel bezeichnet, $(z \pm \delta)$ wo δ die positive oder negative Differenz angiebt, um welche der Curvenanfang tiefer oder höher als der 0 Punkt des Pegels liegt. Dann ist

$$(z \pm \delta)^2 = p_1\, Q \quad \text{oder}$$

$$z = \mp \delta + \sqrt{p_1\, Q}.$$

Hierin sind z als Wasserstand und Q als Wassermasse bekannt, und δ als Differenz des Anfangspunktes der Parabel mit dem 0 Punkte des Pegels und p_1 als Parameter unbekannt. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ist nun

$$\delta = \frac{\Sigma(Q)\,\Sigma(z) - \Sigma(\sqrt{Q})\,\Sigma(\sqrt{Q}\cdot z)}{51\,\Sigma(Q) - (\Sigma(\sqrt{Q}))^2}$$

$$\text{und } \sqrt{p_1} = \frac{51 \cdot \Sigma(\sqrt{Q}\cdot z) - \Sigma(\sqrt{Q})\,\Sigma(z)}{51\,\Sigma(Q) - (\Sigma(\sqrt{Q}))^2}$$

Die Berechnung der Summen

$$\Sigma(Q),\ \Sigma(\sqrt{Q}),\ \Sigma(z),\ \Sigma(z\sqrt{Q})$$

läfst sich dann noch vereinfachen, wenn man zuvor diese Summen für diejenigen Beobachtungen einzeln berechnet, welche zu einerlei Werth von z gehören, und hinterher erst alle Partialsummen in eine Summe vereinigt.

Hiernach ergiebt sich

$$\delta = -1{,}_{95727}{}'$$

$$\sqrt{p_1} = 0{,}_{07033055}, \text{ und}$$

Q ist also $= 202{,}_{1678}\,(z + 1{,}_{957}{}')^2$.

Für den höchsten beobachteten Wasserstand von 24 Fufs am Torgauer Pegel ist daher

$$Q = 202{,}_{1678}\,(25{,}_{957})^2$$
$$= 136217 \text{ Cbffs. pro Secunde}$$

gewesen.

Während man die höchste Wassermasse nach den Messungen früher zu etwa 90000 Cbffs. per Secunde schätzte, ergiebt sie sich jetzt unter richtiger Verwerthung derselben Messungen aus den Jahren 1820 bis 1823 somit zum anderthalbfachen Werthe. Ebenso ergiebt sich nun auch die Wassermenge des niedrigsten Wasserstandes vom 6. Juli 1822 mit 2′ 3″ am Torgauer Pegel zu

$$Q = 202{,}_{1678}\,(4{,}_{207})^2 = 3578 \text{ Cbffs. pro Secunde.}$$

Das Verhältnifs der kleinsten zur höchsten Wassermasse war also damals wie 1 : 38.

Es dürfte noch von Interesse sein, zu erfahren, dafs auch der an der Saale bei den Messungen von 1868 angewendete Flügel, dessen Formel aus 35 Versuchen auf Seite 83 dieser Zeitschrift sich herausgestellt hat, zu

$$C = 1{,}_{466}\,(n + \sqrt{n^2 + 0{,}_{03369355}}),$$

für den Fall, dafs die Umdrehung

$$n = 0 \text{ wird, } 0{,}_{2692}{}' \text{ ergiebt.}$$

Da nun die Untersuchungen an der Elbe 1820/23 ergeben haben, dafs der dort angewendete Flügel Geschwindigkeiten unter $0{,}_{2624}$ Fufs nicht angab, und somit diese Werthe fast genau übereinstimmen, so könnte man auf den Gedanken kommen, dafs der bei den Saal-Untersuchungen 1868 angewendete Flügel bereits 1820/23 zu den Elbmessungen verwandt wurde. Dies ist jedoch nicht der Fall, da die Tabelle der Geschwindigkeiten, welche vom Bauconducteur Michaelis für die Elbmessungen entworfen ist, weit gröfsere Geschwindigkeiten ergiebt, als nach vorstehender Formel für das Saale-Flügelinstrument sich für die Umdrehungszahlen entwickeln lassen.

3. Geschwindigkeitsgesetz.

Die mittlere Geschwindigkeit einer Flufsstrecke wird erhalten, wenn man die Wassermasse durch die zugehörige Durchschnitts-Profilgröfse dividirt; es ist demnach

$$C = \frac{Q}{F}, \text{ und hier die Werthe für } Q \text{ und } F \text{ eingesetzt,}$$

$$C = \frac{3 \cdot t_1^2}{4 p_1\, t \sqrt{p\, t}} \quad \text{oder hier}$$

$$C = \frac{202{,}_{1678}\,(z + 1{,}_{957})^2}{146{,}_{2114}\,(z + {}^{10}/_3)\sqrt{(z + {}^{10}/_3)}}; \text{ resp.}$$

$$\mathbf{C} = \frac{1{,}_{3827}\,(z + 1{,}_{957})^2}{(z + {}^{10}/_3)\sqrt{(z + {}^{10}/_3)}}$$

wenn z den Wasserstand am Torgauer Pegel bezeichnet.

Es ergiebt sich hiernach die durchschnittliche Geschwindigkeit der Elbe unterhalb Torgau 1820/23 (Fig. 1 auf Bl. M)

für 3 Fufs am Pegel zu $2{,}_{132}{}'$,
- 6 - - - - - $3{,}_{071}{}'$,
- 9 - - - - - $3{,}_{833}{}'$,
- 12 - - - - - $4{,}_{486}{}'$.

Da das Durchschnittsprofil nur bis zum vollbordigen Profil berechnet werden kann, so ist auch das Gesetz der durchschnittlichen Streckengeschwindigkeit nur bis dahin zu verwenden.

Man ersieht noch, dafs der Anfangspunkt der Wassermengenparabel höher liegt, als der der Profilparabel und

zwar um $3,_{333} - 1,_{957} = 1,_{376}'$, was auch an sich einleuchtend ist, denn denkt man sich mit einem Male die Elbe ohne weiteren Zufluſs, so werden nach erfolgtem Ablauf nur die Krümmungen und tiefen Stellen mit stehendem Wasser erfüllt sein, der Strom aber keine Bewegung mehr bewirken. Das Durchschnittsprofil hat daher in der Regel einen tieferen Anfangspunkt als die Wassermengenparabel.

Wären aber beide Tiefen einander gleich, deckten sich also die Anfangspunkte beider Curven, dann wäre $z \pm \delta = t$ für beide Fälle gleich und es wäre

$$C = \frac{\sqrt{\alpha} \cdot t^2}{t\sqrt{t}} = \sqrt{\alpha t},$$

$\sqrt{\alpha}$ als Coefficient resp. als Parameter angesehen, und dann wäre auch $C^2 = \alpha t$,

d. h. das allgemeine Fallgesetz würde dann in volle Wirksamkeit treten.

Der Umstand, daſs die Anfangspunkte der Profil- und Wassermengen-Parabel nur höchst selten zusammenfallen können, ist eben Veranlassung gewesen, daſs das Bewegungsgesetz des Wassers aus der bloſsen Theorie sich nicht entwickeln lieſs, vielmehr bedurfte es einer richtigen Verwerthung der Beobachtungen, aus denen das Gesetz hergeleitet werden konnte.

Das hier entwickelte Geschwindigkeitsgesetz hat indeſs nur seinen Werth in Betreff der mittleren Geschwindigkeit der betrachteten Strecke. Die mittlere Geschwindigkeit eines Einzelprofils läſst sich jedoch daraus herleiten, insofern die Querprofile sich umgekehrt wie die mittleren Geschwindigkeiten verhalten. Einfacher noch ist es, die mittlere Geschwindigkeit eines Einzelprofils durch Division der Profilgröſse in die zugehörige Wassermenge nach der Wassermengen-Curve darzustellen.

Während aber die mittleren Streckengeschwindigkeiten für alle Wasserstände bis zur Ueberschwemmung einer bestimmten Curve angehören, ergeben sich die mittleren Geschwindigkeiten eines Einzelprofils nach den einzelnen Wasserständen als regellos. Es ist ja auch aus directen Wahrnehmungen erklärlich, wenn die mittleren Geschwindigkeiten bei Wachswasser z. B. in den Uebergangsprofilen anfangs groſse Werthe, dann kleinere und endlich wieder zunehmende, und in den Krümmungen anfangs geringe, dann stark zunehmende zeigen.

Sind endlich in einem Einzelprofile nur Geschwindigkeitsmessungen vorhanden, so läſst sich die mittlere Geschwindigkeit auch ohne Schwierigkeit aus diesen herleiten, wie dies für die Elbe aus dem Gesetze der Vertikal-Parabel nachgewiesen werden wird.

4. Gesetz der relativen Dauer der Wasserstände.

Die Wasserstände erfolgen anscheinend regellos, je nach dem Verlaufe der Witterung und der Niederschläge. Gleichwohl ist auch in ihnen eine gesetzmäſsige Erscheinung nachzuweisen. Notirt man von Fuſs zu Fuſs (für die Periode von 1831 bis 1870) die Anzahl der Tage ihres Auftretens für jedes Jahr, so läſst zwar ein Vergleich der einzelnen Jahre noch keine rechte Uebersicht zu. Macht man aber die Zusammenstellung für viele Jahre (20 und mehr), so ergiebt sich eine gesetzmäſsige Bewegung in der Zahl der Tage für jeden vollen Fuſs der beobachteten Wasserstände, wie die hier folgende Tabelle, welche der Herr Wasser-Bauinspector Grote mir zuzusenden die Güte hatte, für den Pegel von Torgau von 1830 bis 1870 von 10 zu 10 Jahren geordnet, nachweist.

Elbpegel zu Torgau.

Der Pegel zeigte Fuſs	jährlich an Tagen 1831 bis 1840	1841 bis 1850	1851 bis 1860	1861 bis 1870	zusammen 1831 bis 1870
1—2	—	—	—	—	—
2—3	8,9	2,0	0,6	39,1	12,65
3—4	79,7	35,2	46,8	105,8	66,875
4—5	91,5	89,8	99,7	82,3	90,825
5—6	64,3	66,0	73,8	50,9	63,75
6—7	41,4	50,2	44,8	27,9	41,075
7—8	20,4	30,4	26,3	17,1	23,55
8—9	16,8	25,5	20,5	11,6	18,60
9—10	9,4	19,7	14,2	9,1	13,10
10—11	7,8	14,4	10,3	7,3	9,95
11—12	6,1	9,6	8,2	4,0	6,975
12—13	4,5	4,3	6,5	2,2	4,375
13—14	4,9	5,0	4,6	2,7	4,30
14—15	2,9	4,6	3,1	1,4	3
15—16	2,6	3,4	3,2	0,9	2,525
16—17	1,7	1,3	1,2	0,9	1,275
17—18	1,7	0,8	0,8	0,7	1
18—19	0,6	1,0	0,5	0,2	0,575
19—20	0,1	1,0	0,2	0,7	0,5
20—21	—	0,7	—	0,2	0,225
21—22	—	0,2	—	0,2	0,1
22—23	—	—	—	—	0
23—24	—	0,1	—	—	0,025
Summa	365,3	365,2	365,3	365,2	365,25

Für die vorliegende Berechnung werden die Beobachtungen von 1831 bis 1850, da frühere nicht vorliegen, zur Verwendung gelangen können, insofern man die Voraussetzung macht, daſs die entwickelten Verhältnisse der Elbe aus den Jahren 1820 bis 1823 noch bis 1850 als zutreffend angesehen werden können.

Elbe bei Torgau.

Mittlerer Wasserstand am Torgauer Pegel Fuſs. Zoll	jährlich an Tagen 1831 bis 1840	1841 bis 1850	Tagezahl 1831 bis 1850 pro Jahr	Tagefuſse
2′ 6″	8,9	2,0	5,45	13,625
3′ 6″	79,7	35,2	57,45	201,075
4′ 6″	91,5	89,8	90,15	405,675
5′ 6″	64,3	66,0	65,15	358,325
6′ 6″	41,4	50,2	45,80	297,700
7′ 6″	20,4	30,4	25,40	190,500
8′ 6″	16,8	25,5	21,15	179,775
9′ 6″	9,4	19,7	14,55	138,225
10′ 6″	7,8	14,4	11,10	116,550
11′ 6″	6,1	9,6	7,85	90,275
12′ 6″	4,5	4,3	4,40	55,000
13′ 6″	4,9	5,0	4,95	66,825
14′ 6″	2,9	4,6	3,75	54,375
15′ 6″	2,6	3,4	3,00	46,500
16′ 6″	1,7	1,3	1,50	24,750
17′ 6″	1,7	0,8	1,25	21,875
18′ 6″	0,6	1,0	0,80	14,800
19′ 6″	0,1	1,0	0,55	10,725
20′ 6″	—	0,7	0,70	14,350
21′ 6″	—	0,2	0,20	4,300
22′ 6″	—	—	—	—
23′ 6″	—	0,1	0,10	2,350
Summa	365,9	365,2	365,25	2307,575

Die erste Anwendung, die man mit der relativen Dauer der Wasserstände wird machen können, wird die sein, den mittleren Wasserstand von 1831 bis 1850 festzustellen. Es geschieht dies, indem man den mittleren Wasserstand jeden

vollen Fufses mit der zugehörigen Tagezahl multiplicirt und die ganze Summe durch die Tagezahl des Jahres $365,_{25}$ dividirt.

Wie aus der unteren Tabelle auf Sp. 356 hervorgeht, ergiebt sich danach der mittlere Wasserstand von 1830 bis 1850 zu $\frac{2307,_{575}}{365,_{25}} = 6$ Fufs $3,_8$ Zoll, während der beharrlichste oder meistens vorkommende Wasserstand nach der Curve der relativen Dauer selbst bei etwa 4′ 8″ zu suchen ist.

Die als Curve nach den Pegelständen aufgetragene Dauer der Wasserstände (Bl. M, Fig. 2) läfst, wie an der Oder und Saale, erkennen, dafs der kleinste und höchste Wasserstand am seltensten vorkommen, dafs aber vom niedrigsten Wasserstande bis 4′ 8″ die jährliche Dauer stark zunimmt und von da zum höchsten Wasserstande langsam abnimmt.

Die zweite Anwendung von dem Gesetze der relativen Dauer der Wasserstände wird man zur Erlangung der Kenntnifs der jährlichen Wassermenge machen können.

5. Jährliche Wassermenge.

Multiplicirt man nämlich die jährliche Tagezahl für jeden vollen Pegelfufs mit der entsprechenden mittleren Wassermasse oder der Wassermasse des mittleren Wasserstandes, so erhält man in der Summe aller Einzelermittelungen die jährliche Wassermenge.

Die nachfolgende Tabelle ergiebt für 1831 bis 1850 pro Jahr für die Elbe bei Torgau das Resultat, wenn die Wassermengen in Cubikruthen angegeben werden.

Elbe bei Torgau 1820 bis 1823.

Mittlerer Wasserstand am Torgauer Pegel Fufs. Zoll	Gröfste Tiefe der Wassermengen-Parabel $z + 1,957$ Fufs	Wassermasse pro Secunde Cbffs.	Tagezahl 1831 bis 1850 pro Jahr	Jährliche Wassermenge in Cubikruthen
2′ 6″	4,4573	4017	5.45	1094516
3′ 6″	5,4573	6021	57,45	17295280
4′ 6″	6,4573	8430	90,15	37997035
5′ 6″	7,4573	11243	65,15	36623476
6′ 6″	8,4573	14460	45,80	33113946
7′ 6″	9,4573	18082	25,40	22964137
8′ 6″	10,4573	22107	21,15	23377959
9′ 6″	11,4573	26538	14,55	19306771
10′ 6″	12,4573	31373	11,10	17412172
11′ 6″	13,4573	36612	7,85	14370360
12′ 6″	14,4573	42256	4,40	9296282
13′ 6″	15,4573	48303	4,95	11955135
14′ 6″	16,4573	54756	3,75	10266690
15′ 6″	17,4573	61612	3,00	9241820
16′ 6″	18,4573	68874	1,50	5165472
17′ 6″	19,4573	76538	1,25	4783626
18′ 6″	20,4573	84607	0,80	3384298
19′ 6″	21,4573	93081	0,55	2559734
20′ 6″	22,4573	104334	0,70	3651699
21′ 6″	23,4573	111242	0,20	1112419
22′ 6″	24,4573	—	—	—
23′ 6″	25,4573	131020	0,10	655099
		Summa	365,25	285627926

daher pro Secunde 15641 Cbffs.

Hieraus ergiebt sich, dafs die durchschnittliche jährliche Wassermenge der Elbe bei Torgau von 1831 bis 1850 betrug 285627926 Cubikruthen. Dies giebt eine durchschnittliche Wassermenge von 15641 Cbffs. pro Secunde und diese entspricht einem Wasserstande von $6,_{8356}' = 6$ Fufs $10,_{06}$ Zoll. Wie also auch an anderen Flüssen (Oder, Saale) ergiebt sich der Wasserstand der mittleren Wassermasse höher als der durchschnittliche mittlere Wasserstand.

Verwerthet man diese Resultate zur Beurtheilung der meteorologischen Verhältnisse des Elbgebietes, so läfst sich leicht nachweisen, dafs bei einem Flufsgebiet bis Torgau von 970 □Meilen die jährliche Wassermenge der Elbe von 1831 bis 1850 durchschnittlich einer Regenhöhe von $10,_{60}$ Zoll rhl. entsprach.

Nach von Möllendorf wird zwar die Regenhöhe für das Elbgebiet zu $27,_4$ Zoll rhl. angenommen. Diese Annahme dürfte jedoch als blofses Mittel von Regenortsbeobachtungen ungenau sein, da die Beobachtungsorte ungleich vertheilt sind. Bei dem grofsen Gebiete unter 20 Zoll Regen in Böhmen wird man nicht fehl greifen, die mittlere Höhe höchstens zu 25 Zoll anzunehmen; dann würden etwa verdunsten $14,_4$ Zoll rhl.

An der Oder bei Oppeln ergab sich aus 50jährigen Wasserstands- und aus jüngeren Regenmengen-Beobachtungen, dafs bei $24,_{94}$ Zoll Regen von der Oder $11,_{38}$ Zoll abgeführt wurden, d. h. $13,_{56}$ Zoll verdunsteten.

An der Saale bei Rothenburg ergab sich bei $20,_{96}$ Zoll Regen eine Abführung von $6,_{15}$ Zoll Regen, mithin verdunsteten $14,_{81}$ Zoll Regen.

Bei der Unsicherheit der Regenmengen-Beobachtungen und der verhältnifsmäfsig geringen Anzahl der Beobachtungsorte wird man also nicht fehl greifen, anzunehmen, dafs, da alle 3 Gewässer so ziemlich in gleichem Breitengrade liegen, etwa durchschnittlich jährlich $14,_{25}$ Zoll rhl. Regen verdunsten, wobei zu beachten bleibt, dafs die Oder mehr im sandigen Terrain, die Elbe in mittlerem Boden und die Saale mehr in gutem Boden sich bewegt, also die Verdunstung bei sandigem Boden geringer ausfällt, als bei gutem fetten Boden.

Ist dieses Resultat richtig, dann hätte man ein leichtes Mittel, für alle Flüsse in Norddeutschland, für welche man die Regenhöhen genau kennt oder feststellen kann, den Abflufs durch die bezüglichen Flüsse zu ermitteln, da man dann nur $14,_{25}$ Zoll als Verdunstung von der ganzen Regenhöhe in Abzug zu bringen hat; wobei man nach den hier vorliegenden Resultaten für ein sandiges Flufsgebiet etwas weniger Verdunstung rechnet, als für ein Gebiet mit gutem Boden.

Dafs diese Resultate auch sonst ihre practische Seite haben, wird man erkennen, wenn ich erwähne, dafs Elbe und Oder freie Ströme, oder wie letztere wenig gestaut sind, die Saale und Unstrut mit ihrer geringeren Regenhöhe und ihrem geringen Regenabflufs aber fast durchgängig gestaut werden.

Es würde sich somit die Erfahrung ziehen lassen, dafs es sich nicht empfiehlt, Flüsse von mehr als 200 □Meilen Gebiet und mit mehr als 10 Zoll Regenabflufs mit Stauanlagen zu versehen.

Zu einer Untersuchung der Frage, ob die Elbe in früheren Jahren wasserreicher oder wasserärmer war, eignen sich die Beobachtungen noch nicht, da sie für diese Zwecke einen Zeitraum von 200 Jahren umfassen müssen, um 2 Perioden von je 100 Jahren bilden zu können. Dieser Zeitraum ist nöthig, weil die wasserärmsten Jahre nur den dritten Theil der Wassermasse wasserreicher Jahre abführen und somit schon der Vergleich beider Perioden einen Unterschied

von mehr als 2 % verlangt, soll eine Zu- oder Abnahme der Wassermassen mit Sicherheit nachgewiesen werden können.

6. Die Vertikalgeschwindigkeits-Curven.

Zur weiteren Beurtheilung der Elbverhältnisse bei Torgau in den Jahren 1820 bis 1823 gehört auch die Wahrnehmung, dafs die zahlreichen Geschwindigkeits-Messungen des Bauconducteur Michaelis den Verlauf der einzelnen Vertikalgeschwindigkeits-Parabeln, wie sie im Jahrgang 1870 der Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins nachgewiesen sind, erkennen lassen, wenn auch die einzelnen Geschwindigkeiten nur aus der Umdrehungszahl und dem Flügelwerthe des Woltman'schen Flügels entwickelt wurden.

Wie die Wassermengen-Berechnung ergiebt, würde hier nur zu jeder einzelnen Geschwindigkeit der Werth von $0,_{2624}$ Fufs zuzusetzen bleiben; dieser constante Zusatz kann also auf die Form der Curve keinen Einflufs üben.

Die Betrachtung einzelner Vertikalen würde, wie das auch sonst überall vorgekommen ist, nicht zum Ziele führen, weil die Einzel-Beobachtungen zu grofse Abweichungen ergeben, so dafs die Annahme einer Curve nur als kühner Griff gelten könnte; dagegen ergiebt sich der Gang für die anzulegende Curve leicht, wenn man eine ungerade, möglichst grofse Zahl Vertikalmessungen in gleichen Tiefen-Abtheilungen nach Simpson horizontal zusammenlegt und die Gesammtcurve nach den Tiefen als Vertikalcurve, der Parabel entsprechend, in Betracht zieht. Da der Beweis für die Zulässigkeit dieser Annahmen bereits in der Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1870 geführt ist und auf der Gleichheit der Parameter aller Vertikal-Parabeln desselben Profils für denselben Wasserstand beruht, so wird es hier nur auf die Zusammenstellung einiger Elbprofil-Messungen ankommen, um die Natur dieser Curven ersichtlich zu machen.

Die Form der Vertikalcurve ergiebt sich aus 5 Vertikalen für Elbprofil 251:

Tiefe	Geschwindigkeit
1 Fufs	$3,_{325}$ Fufs,
3 -	$3,_{392}$ -
5 -	$3,_{268}$ -
7 -	$3,_{125}$ -
9 -	$2,_{854}$ -
11 -	$2,_{773}$ -
13 -	$2,_{344}$ -

für Elbprofil 253 aus 7 Vertikalen:

Tiefe	Geschwindigkeit
1 Fufs	$3,_{437}$ Fufs,
3 -	$3,_{309}$ -
5 -	$3,_{284}$ -
7 -	$3,_{227}$ -
9 -	$3,_{030}$ -
11 -	$2,_{509}$ -
13 -	$2,_{337}$ -

Nach dem ersten Profil liegt die gröfste Geschwindigkeit und mit ihr die Axe der Parabel unterm Wasser-, nach dem zweiten anscheinend im Wasserspiegel. Das letztere Vorkommen scheint bei den Elbmessungen die Regel, das erstere die seltene Ausnahme zu bilden; es wird daher die nähere Betrachtung des zweiten Profils von Werth sein.

Liegt die als wagerecht anzunehmende Axe unter Wasser, so ist dies vom theoretischen Standpunkte die allgemeinere Lage der Curve und es ist, wenn

c_a die Wasserspiegel-Geschwindigkeit,
c_m die Axen- oder Maximalgeschwindigkeit,
c_b die Flufsboden-Geschwindigkeit,
c_{11} oder $c_{t_{11}}$ die Geschwindigkeit für t_{11},
a die Tiefe der Axenlage unter Wasser,
t_m die ganze Tiefe,
p_{11} der Parameter, und
t_{11} die Tiefe unter Wasser,

danach (Fig. 3 auf Bl. M)

$$(\pm t_{11} \mp a)^2 = p_{11}\,(c_m - c_{11})$$

und liegt die Axe im Wasserspiegel, wie hier angenommen, dann ist

$$t_{11}{}^2 = p_{11}\,(c_m - c_{11})$$

$$\text{also } c_{11} = c_m - \frac{t_{11}{}^2}{p_{11}} \quad \text{(Fig. 4 auf Bl. M).}$$

Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergiebt sich für die Messungen des zweiten Profils in den 7 Vertikalen nun, unter der Annahme der gröfsten Geschwindigkeit im Wasserspiegel, die Gleichung

$$c_{11} = 3,_{45474} - 0,_{006704}\, t_{11}{}^2$$

und es vergleicht sich danach

Tiefe	c_{11} gemessen	c_{11} berechnet
1 Fufs	$3,_{4365}{}'$	$3,_{4480}{}'$
3 -	$3,_{3093}{}'$	$3,_{3944}{}'$
5 -	$3,_{2840}{}'$	$3,_{2871}{}'$
7 -	$3,_{2268}{}'$	$3,_{1262}{}'$
9 -	$3,_{0297}{}'$	$2,_{9117}{}'$
11 -	$2,_{5089}{}'$	$2,_{6436}{}'$
13 -	$2,_{3374}{}'$	$2,_{3218}{}'$

Die Annahme der Zulässigkeit der Summation der einzelnen Vertikal-Geschwindigkeitsmessungen derselben Horizontale nach Simpson beruht, wie vorhin erwähnt, auf der Gleichheit der Parameter aller Vertikalparabeln desselben Profils bei demselben Wasserstande; es ist indefs noch der Nachweis zu führen, dafs dieser Annahme von den Einzel-Vertikalmessungen nicht widersprochen wird. Ist der Parameter gleich, so sind auch die Differenzen der Geschwindigkeiten mit der Axengeschwindigkeit nach Maafsgabe der Tiefe einander gleich. Es mufs daher die Differenz hier sein bei

Tiefe	
0'	$3,_{4547}{}' - 3,_{4547}{}' = 0$
1'	$3,_{4547}{}' - 3,_{4480}{}' = 0,_{0067}{}'$
3'	$3,_{4547}{}' - 3,_{3944}{}' = 0,_{0603}{}'$
5'	$3,_{4547}{}' - 3,_{2871}{}' = 0,_{1676}{}'$
7'	$3,_{4547}{}' - 3,_{1262}{}' = 0,_{3285}{}'$
9'	$3,_{4547}{}' - 2,_{9117}{}' = 0,_{5430}{}'$
11'	$3,_{4547}{}' - 2,_{6436}{}' = 0,_{8111}{}'$
13'	$3,_{4547}{}' - 2,_{3218}{}' = 1,_{1329}{}'$
	$27,_{6376}{}' - 24,_{5875}{}' = 3,_{0501}{}'$

Wird diese Summe der Differenzen $3,_{05}{}'$ zu jeder Summe der einzelnen gemessenen Vertikalgeschwindigkeiten in einer Vertikale bis 13 Fufs Tiefe hinzugesetzt und durch 7 dividirt, so erhält man die Maximal- und hier die Wasserspiegel-Geschwindigkeit der betreffenden Vertikale und kann nun durch Abzug der den Tiefen entsprechenden Differenz die nach der Berechnung sich ergebende Geschwindigkeit

Relative Jahres-Dauer der Wasserstände am Pegel zu Torgau

von 1831 bis 1850

von Fuss zu Fuss.

100 Tage
90 Tage
80
70
60
50
40
30
20
10 Tage

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Fuss

am Torgauer Pegel.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 3 u. 4. Vertikal-Parabeln

Fig. 4.

Fig. 1.

Durchschnittsprofils.

0 Cubfss. 10000 20000 30000 40000 50000 60000 70000 80000 90000 100000 110000 120000 130000 140000

24 Fuss am Torg. Pegel

22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
2
4
6

Pegelstand bei Torgau. Mittelaxe des

Geschwindigkeit

1' 2' 3' 4' 5'

20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380

Halbe Breite der Elbe in Fussen.

Curve.

Wassermengen

Geschwindigkeits Curve

2' 3' Kleinster Wasserstand 1822.

0 Punkt des Torgauer Pegels.

Profil Curve.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

dieser Tiefe ermitteln und mit der gemessenen vergleichen. Nach dieser Behandlung ist also die Summe der gemessenen Geschwindigkeiten einer Vertikale gleich der Summe derjenigen Geschwindigkeiten, welche sich aus der dem Parameter der Vertikal-Parabel entsprechenden Berechnung ergeben.

Zum Vergleich mögen die einzelnen Vertikalen dieser Profil-Vertikalparabel folgen, welche mit der Rechnung die beste Uebereinstimmung zeigen.

Tiefe	1. Vertikale		III. Vertikale		IV. Vertikale		VII. Vertikale	
	gemess.	berech.	gemess.	berech.	gemess.	berech.	gemess.	berech.
Fuſs	Fuſs		Fuſs		Fuſs		Fuſs	
Wasserspiegel-Geschwindigkeit bei 0	—	2,298	—	3,751	—	3,737	—	3,392
1	2,287	2,291	3,887	3,744	3,659	3,730	3,544	3,385
3	2,172	2,238	3,544	3,691	3,659	3,677	3,201	3,332
5	2,058	2,130	3,659	3,583	3,544	3,569	3,316	3,224
7	2,058	1,970	3,316	3,422	3,544	3,408	2,973	3,063
9	1,944	1,755	3,430	3,208	3,316	3,194	2,973	2,849
11	1,601	1,487	2,744	2,940	2,858	2,926	2,630	2,581
13	0,915	1,165	2,630	2,618	2,515	2,604	2,058	2,259
	13,035	13,036						
Hierzu	3,050							

7 : 16,085 = 2,298 Maximal- resp. Wasserspiegel-Geschwindigkeit.

Diese Einzel-Vertikalmessungen zeigen somit, wie die ihnen entsprechende Parabel die Beobachtungswerthe bis zur Sohle durchschneidet.

So sehr nun aber auch die entwickelte Formel den Beobachtungen zu entsprechen scheint, so ist doch vom theoretischen Standpunkte aus es nicht zulässig, ohne Weiteres die Annahme zu machen, daſs die gröſste Geschwindigkeit im Wasserspiegel liege. Es wäre sogar hier die Ansicht nicht auszuschlieſsen, wegen Wind mit dem Strome die gröſste Geschwindigkeit über Wasser liegend zu vermuthen. Geht man von dieser strengeren Ansicht aus, so hat man auch die Entscheidung über die Lage der Axe der Methode der kleinsten Quadrate anheimzugeben. Von diesem Gesichtspunkte aus ergiebt sich bei der Annahme der gröſsten Geschwindigkeit über Wasser

$$(a + t_{11})^2 = p_{11}(c_m - c_{11}) \text{ oder aufgelöst:}$$

$$a^2 + 2at_{11} + t_{11}^2 = p_{11}c_m - p_{11}c_{11}$$

und bei der Annahme der gröſsten Geschwindigkeit unter Wasser

$$(\pm t_{11} \mp a)^2 = p_{11}(c_m - c_{11}) \text{ oder}$$

$$t_{11}^2 - 2at_{11} + a^2 = p_{11}c_m - p_{11}c_{11}.$$

Es ist daher für alle Fälle, insofern, wenn die gröſste Geschwindigkeit im Wasserspiegel selbst liegt, $a = 0$ wird,

$$t_{11}^2 = -a^2 \mp 2at_{11} + p_{11}c_m - p_{11}c_{11}.$$

Hierin sind t_{11} und c_{11} bekannt und a, p_{11}, c_m zu suchen, daher auch $-a^2 + p_{11}c_m$ eine Constante und somit die Gleichung auch zu schreiben:

$$t_{11}^2 = (p_{11}c_m - a^2) \mp 2at_{11} - p_{11}c_{11},$$

wofür allgemein zu setzen ist die Formel:

$$f = \alpha - \beta t_{11} - \gamma c_{11}$$

und somit aus allen t_{11} und c_{11} und $f = t_{11}^2$ nach der Methode der kleinsten Quadrate zu suchen

$$\alpha = (p_{11}c_m - a^2); \quad \beta = 2a; \quad \gamma = p_{11},$$

wobei c_m sich aus α finden läſst, da a aus β und p_{11} aus γ bekannt wird.

Führt man die weitläufige Rechnung für das vorhin betrachtete Elbprofil 253 wirklich aus, so ergiebt sich:

$$\alpha = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l} [\Sigma(t_{11}^2)\Sigma(c_{11}^2) - (\Sigma(t_{11}c_{11}))^2]\Sigma(f) \\ + [\Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}c_{11}) - \Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11}^2)]\Sigma(t_{11}f) \\ + [\Sigma(t_{11})\Sigma(t_{11}c_{11}) - \Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}^2)]\Sigma(c_{11}f) \end{array}\right]$$

$$\beta = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l} [m \cdot \Sigma(c_{11}^2) - (\Sigma(c_{11}))^2]\Sigma(t_{11}f) \\ + [\Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}c_{11}) - \Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11}^2)]\Sigma(f) \\ + [\Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11}) - \Sigma(t_{11}c_{11})m]\Sigma(c_{11}f) \end{array}\right]$$

$$\gamma = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l} [m \cdot \Sigma(t_{11}^2) - (\Sigma(t_{11}))^2]\Sigma(c_{11}f) \\ + [\Sigma(t_{11})\Sigma(t_{11}c_{11}) - \Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}^2)]\Sigma(f) \\ + [\Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11}) - \Sigma(t_{11}c_{11})m \cdot]\Sigma(t_{11}f) \end{array}\right]$$

wo m die Zahl der Beobachtungen bezeichnet und N, der gemeinschaftliche Nenner, den Werth hat

$$N = m \cdot \Sigma(t_{11}^2) \cdot \Sigma(c_{11}^2) - m(\Sigma(t_{11}c_{11}))^2 - \Sigma(t_{11}^2)(\Sigma(c_{11}))^2 - \Sigma(c_{11}^2)(\Sigma(t_{11}))^2 + 2 \cdot \Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}c_{11})$$

und hiernach

$$\alpha = +\ 261{,}350, \quad \beta = +\ 6{,}6055, \quad \gamma = -\ 80{,}374.$$

Es ist somit

$$p_{11} = +\ 80{,}374', \quad a = -\ 3{,}3027', \quad c_m = +\ 3{,}3874'.$$

Hiernach ergiebt sich die jedenfalls nicht erwartete Folgerung, daſs die gröſste Durchschnitts-Geschwindigkeit von 3,3874′ um 3,3027′ unter dem Wasserspiegel gelegen hat, und die Formel lautet nunmehr

$$c_{11} = 3{,}2517 - \frac{t_{11}(t_{11} - 6{,}6055)}{80{,}374}$$

und die Wasserspiegel-Geschwindigkeit war durchschnittlich 3,2517; es vergleichen sich nunmehr

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	Geschwindigkeit berechnet	
Fuſs	Fuſs	Fuſs	aus
1	3,4365	3,3214	3,3874 — 0,0660
3	3,3092	3,3738	3,3874 — 0,0136
5	3,2840	3,3516	3,3874 — 0,0358
7	3,2268	3,2173	3,3874 — 0,1701
9	3,0297	2,9936	3,3874 — 0,3938
11	2,5089	2,6503	3,3874 — 0,7371
13	2,3374	2,2175	3,3874 — 1,1699
			Summa 2,5863.

Ueberträgt man diese Parabel auf die einzelnen Vertikalen, welche allerdings für die Lage der Axe im Wasserspiegel günstig gewählt waren, so ergiebt sich mit Bezug auf die frühere Anführung folgender Vergleich:

Tiefe	I. Vertikale		III. Vertikale		IV. Vertikale		VII. Vertikale	
	gemess.	berechn.	gemess.	berechn.	gemess.	berechn.	gemess.	berechn.
Fuſs	Fuſs		Fuſs		Fuſs		Fuſs	
3,3 Axe	—	2,232	—	3,685	—	3,669	—	3,326
1	2,287	2,166	3,887	3,619	3,659	3,603	3,544	3,260
3	2,172	2,217	3,544	3,671	3,659	3,655	3,201	3,312
5	2,058	2,196	3,659	3,649	3,544	3,633	3,316	3,290
7	2,058	2,062	3,316	3,415	3,544	3,499	2,973	3,156
9	1,944	1,838	3,430	3,291	3,316	3,275	2,973	2,932
11	1,601	1,495	2,744	2,948	2,858	2,932	2,630	2,589
13	0,915	1,062	2,630	2,515	2,515	2,499	2,058	2,156

Beide Berechnungen, mit den Beobachtungen verglichen, ergeben, daſs mit der einfacheren Formel 8, mit der jetzigen Parabel 19 Bestimmungen den Beobachtungen am nächsten liegen, daſs also die letzte Formel wirklich genauere Werthe liefert und demgemäſs den Beobachtungen in Profil 253 am meisten entspricht.

Die zahlreichen Geschwindigkeits-Messungen bei gleichem Wasserstande lassen nun aber auch die Untersuchung und Frage zu, „ob die Parameter der Vertikal-Parabeln des einen Profils gleich, oder in welchem Verhält-

nisse sie zu den Parametern der andern Profile desselben Wasserstandes stehen?"

Im vorliegenden Falle sind es 18 Profile bei dem Wasserstande von 5′ 8″ am Torgauer Pegel, welche dem Wasserstande des betrachteten entsprechen. Und es ist daher nur nöthig, die Vertikalcurven nach Simpson zu ermitteln und zunächst diese zu vergleichen, da dann die Einzel-Vertikalen diesen Vergleich ebenfalls aushalten müssen.

Es sind dies die Profile von 227 bis 263 auf einer Stromlänge von 2195 Ruthen und mögen die bedeutendsten hier erwähnt werden.

Der Vergleich findet nur mit der letztentwickelten Formel statt, da die Berechnung nach der ersten Formel in der That gröfsere Differenzen und jetzt die gröfste Abweichung nur 9 %, also im Durchschnitt nur 4 % ergiebt.

Hierbei ist die Axenlage nur oberflächlich festgestellt, also entweder den Beobachtungen entsprechend im Wasserspiegel oder unterm Wasserspiegel. Eine genaue Ermittelung der Axenlage für jeden Fall würde selbstverständlich für den Vergleich noch günstiger ausgefallen sein.

Profil 227 aus 11 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,771	Axe
1	3,807	3,759	
3	3,571	3,659	
5	3,460	3,460	
7	3,201	3,161	

Profil 229 aus 9 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,593	Axe
1	3,602	3,581	
3	3,459	3,481	
5	3,211	3,282	
7	3,054	2,983	

Profil 231 aus 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1,3	Max.Geschw.	3,575	Axe
1	3,506	3,561	
3	3,478	3,539	
5	3,478	3,405	
7	3,211	3,181	
9	2,849	2,838	

Profil 235 aus 8 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,505	
1	3,646	3,554	Axe
3	3,544	3,505	
5	3,144	3,355	
7	2,973	3,106	
9	2,868	2,758	
11	2,410	2,310	

Profil 241 mit 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1	2,992	2,865	
3	3,068	2,918	
3,3	—	2,931	Axe
5	2,858	2,896	
7	2,525	2,761	
9	2,430	2,538	
11	2,296	2,194	

Profil 243 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,642	Axe
1	3,602	3,630	
3	3,525	3,530	
5	3,258	3,331	
7	3,093	3,032	
9	2,677	2,634	

Profil 251 aus 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1	3,325	3,315	
3	3,392	3,368	
3,3	—	3,381	Axe
5	3,268	3,346	
7	3,125	3,211	
9	2,854	2,988	
11	2,773	2,644	
13	2,344	2,211	

Profil 259 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,835	Axe
1	3,824	3,823	
3	3,792	3,723	
5	3,665	3,524	
7	3,017	3,225	

Profil 261 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit		
	gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,442	Axe
1	3,366	3,430	
3	3,360	3,330	
5	3,163	3,131	
7	2,833	2,832	

Ein Vergleich mit der ersten Formel, wonach die Maximal-Geschwindigkeit als im Wasserspiegel liegend angenommen, fällt nicht so günstig aus; sowohl die Summe der Quadrate der Differenzen, als einzelne gröfste Differenzen sind gröfser (letztere bis 11 % Abweichung) als nach der letzt entwickelten Formel. Es geht daraus die zu beachtende Regel hervor, in allen theoretischen Untersuchungen diese erschöpfend zu unternehmen, da scheinbar begründete Annahmen leicht zu weniger richtigen Schlufsfolgerungen führen können.*)

Bei der Abweichung gegen die Berechnung von etwa 4 % darf man jetzt in der That die Annahme für begründet halten, dafs

bei ein und demselben Wasserstande einer Flufsstrecke ohne Wasserzuflufs die Vertikalparabeln aller Profile demselben Parameter unterliegen.

Diese Folgerung, welche nunmehr gestatten würde, für das zugehörige Durchschnittsprofil die Vertheilung der Geschwindigkeiten nach den Vertikalen nutzbar zu machen, ist jedenfalls so wichtig, dafs weitere Untersuchungen in anderen Flüssen nach dieser Richtung und nach genauer Ermittelung der Instrumentenformel anzurathen sind.

Liegen endlich die Geschwindigkeiten einer Vertikale in den verschiedenen Tiefen in einer Parabel, so läfst sich für jede Vertikale auch die mittlere Geschwindigkeit entwickeln.

Von der allgemeinsten Vertikalparabel mit der gröfsten Geschwindigkeit unter Wasser ausgehend, ist:

$$C = \tfrac{1}{3}\,(2\,c_m + c_3) + a\,\frac{(c_a - c_3)}{3\,t_m}$$

und liegt die gröfste Geschwindigkeit im Wasserspiegel, dann ist $a = 0$; es wird also

$$C = \tfrac{1}{3}\,(2\,c_m + c_3).$$

Dieses ist die Formel, welche namentlich für die Elbmessungen gilt, da diese im freien Strome vorgenommen wurden und nur geringe Stauungen vereinzelt nachweisen.

Die mittlere Profilgeschwindigkeit würde sich danach ergeben, wenn jede mittlere Vertikalgeschwindigkeit mit der zugehörigen Breite und Tiefe multiplicirt würde und so die sämmtlichen Producte addirt und durch die ganze Profilfläche dividirt würden.

Aber wie auch die Saale-, Unstrut- und Odermessungen nach der Zeitschrift des Hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1870, läfst sich die mittlere Profilgeschwin-

*) Wenn ich in der Zeitschrift des Hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1873 im Elbprofil 251 die Axe und gröfste Geschwindigkeit in den Wasserspiegel legte, so ist dies nach vorstehender Auseinandersetzung nicht ganz richtig gewesen. Es geht aber daraus hervor, dafs wenn die Theorie der senkrechten Axe dieser Annahme gegenüber nicht Stand halten konnte, dies bei genauer Feststellung der Lage der wagerechten Axe noch weniger der Fall gewesen sein würde.

digkeit schon sicher angenähert ermitteln, wenn die Formel

$$C = \frac{1}{3}(2c_m + c_3)$$

in der Weise einfach zu Grunde gelegt wird, dafs c_m aus allen Wasserspiegelgeschwindigkeiten (resp. $0{,}_2$ m unter Wasser) und ebenso c_3 aus den Flufsbodengeschwindigkeiten (resp. $0{,}_2$ m bis 3 m überm Flufsboden) nach Simpson gemittelt in die Formel eingesetzt werden.

Das Ergebnifs wird dabei nicht nachtheilig verändert, wenn z. B. c_m aus 21 und c_3 aus nur 5 Beobachtungen entwickelt wird.

7. Die Horizontalgeschwindigkeits-Curven.

Es ist zum Schlusse der vorstehenden Betrachtungen noch etwas über die Horizontalgeschwindigkeits-Curven zu sagen.

Wie dies die amerikanischen Untersuchungen am Mississippi, so wie die an Saale und Unstrut ergeben, ist auch in der Zunahme der Geschwindigkeiten vom Ufer aus in derselben horizontalen Wasserschicht zu der gröfsten Geschwindigkeit hin ein Gesetz anzunehmen.

Da diese Zunahme aber durch den Stromstrich und die Bettbildung bedingt erscheint, so ist es nicht unerklärlich, dafs bei unregelmäfsigem Bett die Zunahme der Geschwindigkeit oft nicht regelmäfsig erscheint.

Zunächst liegt der Stromstrich, der die gröfste Geschwindigkeit enthält, meist nicht in der Mitte des Profils; die Zunahme der Geschwindigkeit ist also von dem einen Ufer zum Stromstrich nicht wie die vom andern Ufer zu demselben Punkt. Alsdann ist aber bei unregelmäfsiger Gestaltung des Bettes jede Zunahme einer Aenderung ausgesetzt, welche das gesuchte Gesetz verdunkelt. Die erste Beobachtung der verschiedenen Lage des Stromstriches führt jedoch zu der Vermuthung, dafs wegen der langsameren Zunahme der Geschwindigkeiten auf dem längeren Arme zum Stromstrich gegen die Zunahme auf dem kürzeren Arme, die Axe der Curve, welche die Geschwindigkeitsgröfsen erkennen lassen, schräg liege, da sonst beide Curven nicht zu einer Curve und Axe gehörig angesehen werden können. Diese Folgerung ist auch rechnungsmäfsig in den Saale-Messungen nachzuweisen gewesen und diese Folgerung ist es auch, die die Horizontalgeschwindigkeits-Curven der Elbe erkennen lassen.

Da die Berechnung der Horizontalparabeln wegen der Unzulänglichkeit der Logarithmentafeln mit einigen Schwierigkeiten verknüpft ist, so führe ich nur einige Zusammenstellungen nach Simpson auf, um das parabolische Gesetz annähernd ersehen zu lassen, und behalte mir eine eingehendere Betrachtung vor, welche möglicherweise zur Entwickelung der richtigen Vertheilung der Geschwindigkeiten im Durchschnittsprofil führen wird.

Hiernach lassen sich folgende Horizontal-Geschwindigkeiten aus den Aufnahmen nachweisen.

K r ü m m u n g s p r o f i l 251 aus 7 Horizontalen von 2 zu 2 Fufs Tiefe bis 13 Fufs unter Wasser nach Simpson gemittelt; von der zweiten Vertikale des linken Ufers an in 24 Fufs Entfernung zum rechten Ufer zu

$2{,}_{725}$. $3{,}_{392}$. $3{,}_{163}$. $3{,}_{030}$. $2{,}_{979}$. $2{,}_{699}$.

K r ü m m u n g s p r o f i l 241 aus 5 Horizontalen bis 9 Fufs unter Wasser von der 13ten Vertikale des linken Ufers an

$3{,}_{030}$. $3{,}_{059}$. $3{,}_{154}$ $3{,}_{087}$. $2{,}_{382}$. $2{,}_{268}$.

U e b e r g a n g s p r o f i l 249 aus 3 Horizontalen bis 5 Fufs Tiefe von der dritten Vertikale des linken Ufers an, dessen ganze Tiefe auf 42 Ruthen nur zwischen 6 — 7 Fufs schwankt.

$2{,}_{477}$. $2{,}_{439}$. $2{,}_{458}$. $2{,}_{401}$. $2{,}_{687}$. $2{,}_{420}$. $2{,}_{687}$. $2{,}_{362}$. $2{,}_{668}$. $2{,}_{763}$. $2{,}_{742}$. $1{,}_{858}$. $2{,}_{801}$. $2{,}_{668}$. $2{,}_{858}$. $2{,}_{991}$. $2{,}_{820}$. $2{,}_{820}$. $2{,}_{878}$. $3{,}_{049}$. $3{,}_{030}$.

Ungeachtet der fast gleichen Tiefe auf 40 Ruthen nimmt also doch die Geschwindigkeit nach einer Uferseite zu, was darin seine Erklärung finden mag, dafs die Verbindung der Schläuche der ober- und unterhalb liegenden Krümmungen nicht senkrecht zu dem Querschnitt liegt. Es liegt also auch hier die Axe der Horizontalparabel schräg, wie dies noch deutlicher bei den Krümmungsprofilen hervortritt.

In dem Krümmungsprofil 253, für welches der Parameter bestimmt wurde, ist aus 7 Horizontalen von der ersten Vertikale an in 24 Fufs Entfernung nach dem rechten Ufer zu bis 13 Fufs Tiefe beobachtet worden nach Simpson

$1{,}_{918}$. $2{,}_{820}$. $3{,}_{284}$. $3{,}_{341}$. $2{,}_{730}$. $3{,}_{240}$. $2{,}_{966}$.

In dieser ist nur die fünfte Vertikale erheblich abweichend.

Eine weitere Aufführung dürfte zwecklos sein. In Bezug auf die theoretische Entwickelung ist auf die Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins Jahrgang 1870, Seite 218 u. ff. zu verweisen.

Schlufsbemerkungen.

Von der Untersuchung einer der Horizontalgeschwindigkeits-Curven hängt es ab, auch hier, wie bei den Saale-Messungen, den Nachweis zu führen, dafs alle Horizontalgeschwindigkeits-Curven in demselben Profile desselben Wasserstandes demselben Parameter und der gefundenen Axenlage unterliegen.

Ob dieser Parameter durch alle Horizontalgeschwindigkeits-Curven der übrigen Profile desselben Wasserstandes geht, würde aber nicht wie bei der Vertikalgeschwindigkeits-Curve indirect, sondern direct durch specielle Berechnung zu führen sein, da bei jedem Profil der Winkel, den die Axe macht, sich ändert.

Aendert sich dabei auch der Parameter, so hängt dies möglicher Weise mit dem Krümmungsradius des Flufslaufes zusammen. Lassen sich einfache oder verwickelte Beziehungen herleiten, so wird man in der Lage sein, diese auf das symmetrische Durchschnittsprofil zu übertragen und danach das Gesetz der Abnahme der Wasserspiegel- und tiefer liegenden Geschwindigkeiten von der Mitte resp. vom Stromstrich nach den Ufern zu festzustellen.

Gleichwohl wird es, wie bei der Vertikalgeschwindigkeits-Curve, nur möglich sein, die Differenz der einzelnen Geschwindigkeiten nach ihrer Lage zur gröfsten Geschwindigkeit zu entwickeln, ohne dafs man den absoluten Werth der gröfsten Geschwindigkeiten selbst kennt; es geht dies schon aus den Formeln für beide Curven hervor.

Die Auffindung desselben macht indefs alsdann keine grofsen Schwierigkeiten, insofern nach dem Wassermassengesetz die Wassermasse hier bei 5′ 8″ am Pegel bekannt ist und nach Abzug des Inhaltes der parabolischen Calotte die kleinste Flufsboden- oder Ufergeschwindigkeit und somit die übrige Geschwindigkeit nach ihrem absoluten Werthe sich unschwer berechnen lassen.

Die Elbmessungen weisen aber aufserdem eine grofse Menge Messungen sowohl bei ein und demselben Wasserstande, als auch über verschiedene Wasserstände nach.

Werden daher in ähnlicher Weise die Werthe der Vertikal- und Horizontalparabel-Parameter für die übrigen Wasserstände derselben Strecke entwickelt, so darf gefolgert werden, dafs alsdann auch die Gesetze der Zu- oder Abnahme der Parameter für jede Curve sich werden feststellen lassen.

Für eine eingehende Kenntnifs der früheren Elbeverhältnisse würde es endlich noch erwünscht sein, aufser dem Gesetze der relativen Dauer der Wasserstände bei Torgau noch die Gesetze der absoluten Dauer der Ueberschreitungen der einzelnen Wasserstände (von Fufs zu Fufs) und von der Häufigkeit dieser Ueberschreitungen im Jahre kennen zu lernen. Dafs die Kenntnifs aller dieser Gesetze einen mehr als blos historischen Werth hat, läfst sich z. B. insofern für das Durchschnittsprofil nachweisen, als die Auffindung des jetzigen Durchschnittsprofils derselben Strecke die Frage erörtern liefs, ob das Bett der Elbe sich seitdem gesenkt oder gehoben und ob die Anlage der Deiche eine Veränderung des Parameters nach sich gezogen hat.

Immerhin läfst die bisherige Betrachtung erkennen, dafs die Verhältnisse eines Stromes einer Reihe einfacher Naturgesetze unterworfen sind, welche gleichwohl eine grofse Freiheit in bestimmten, ebenfalls in gesetzliche Form zu bringenden Grenzen zulassen. Es wird hierdurch das Mittel gegeben, diese Verhältnisse nach erlangter Kenntnifs für jede eigenthümliche Strecke zu ordnen, in das Strominventarium systematisch aufzunehmen und dem eintretenden Wasserbaubeamten statt unklarer Vorstellungen eine Fülle von Resultaten darzubieten, welche er im Laufe seiner Verwaltung sich durch blofse Erfahrung niemals verschaffen kann.

Sasse.

Resultate der Pegelbeobachtungen am Rheinpegel zu Cöln in den Jahren 1817 bis 1873.

Der Wasser-Baudirector Grebenau hat in seiner in diesem Jahre herausgegebenen Broschüre „Resultate der Pegelbeobachtungen an den elsafs-lothringischen Flüssen Rhein und Mosel von 1807 bis incl. 1872" aus tabellarischen Zusammenstellungen 7 sogenannte Wasserstands-Fixpunkte ermittelt, die zur Beurtheilung mannigfacher Verhältnisse von Wichtigkeit sein dürften.

Schon im Jahre 1873 hatte Unterzeichneter, angeregt durch die von dem Kaiserlichen Oberpräsidium zu Strafsburg herausgegebene Karte „Längenprofil des Thalwegs des Rheins von der Kehler Schiffbrücke bis zur elsafs-bayerischen Grenze" nebst Wasserstands-Curven und Beschreibung, das Material gesammelt, um zunächst für den Rheinpegel zu Cöln aus den vorhandenen Pegeltabellen ähnliche Ermittelungen in Betreff der 7 Wasserstands-Fixpunkte anzustellen.

Es wurde der Pegel zu Cöln deshalb zunächst gewählt, weil daselbst das Bett des Rheines ein sehr regelmäfsig ausgebildetes Profil hat, sein Steigen und Fallen daher nicht durch Austreten aus dem Bette oder durch abnorme Breitenbeschränkung in den niedrigeren Lagen beeinflufst wird, auch kein bedeutenderer Nebenflufs in der Nähe, ober- oder unterhalb mit seinem höheren oder niedrigeren Wasserstande auf ihn einwirkt, wie es bei dem von dem Wasserstande der Mosel so sehr abhängigen Pegel zu Coblenz der Fall ist, welcher letztere z. B. vom 20. bis 21. Januar 1873 durch das starke Anschwellen der Mosel von $+ 2{,}_{31}$ auf $4{,}_{21}$ m, also um $1{,}_{9}$ m stieg, während die Rheinpegel zu Bacharach und Bingen in derselben Zeit ein Fallen des Wassers um $0{,}_{10}$ m resp. $0{,}_{09}$ m anzeigten.

Den nachfolgenden Ermittelungen sind die Wasserstände am Pegel zu Cöln in den 57 Jahren 1817 bis 1873 zu Grunde gelegt worden, da zu Anfange des erstgenannten Jahres der jetzt noch vorhandene und beobachtete Pegel zu Cöln mit gegen früher veränderter Lage seines Nullpunktes auf $35{,}_{844}$ m über Amsterdamer Pegel gesetzt wurde.

Zur besseren Vergleichung der hierbei gewonnenen Resultate sollen die Ermittelungen in derselben Reihenfolge angestellt werden, wie dies in der oben genannten Broschüre des Wasser-Baudirectors Grebenau geschehen ist.

In der nachstehenden Tabelle sind deshalb die mittleren Monatswasserstände der Jahre 1871 bis 1873 vom Pegel zu Cöln zusammengestellt und daraus einerseits die mittleren Jahreswasserstände der einzelnen 57 Jahre, andererseits die mittleren Monatswasserstände aus allen 57 Jahren, und endlich das arithmetische Mittel aus diesen genannten mittleren Wasserständen berechnet worden.

Aus dieser Tabelle (S. 369. 370) ergiebt sich, dafs die niedrigsten mittleren Monatswasserstände in den Wintermonaten October, December, Januar und Februar eingetreten sind, und zwar

1858 im Januar . . . $0{,}_{60}$ m (Minimum),
1858 - Februar . . $0{,}_{76}$ m,
1857 - December . . $0{,}_{90}$ m,
1848 - Januar . . . $0{,}_{94}$ m,
1865 - October . . $0{,}_{95}$ m,
1853 - December . . $0{,}_{99}$ m,
1871 - December . . $1{,}_{07}$ m.

Die höchsten mittleren Monatswasserstände sind ebenfalls in den Wintermonaten und zwar im November bis einschliefslich März eingetreten, nämlich

1824 im November . . $7{,}_{24}$ m (Maximum),
1834 - Januar . . . $6{,}_{38}$ m,
1850 - Februar . . $6{,}_{20}$ m,
1827 - März . . . $6{,}_{09}$ m,
1833 - December . . $5{,}_{96}$ m etc.,

während die höchsten mittleren Monatswasserstände am Pegel zu Strafsburg in den Sommermonaten Juni, Juli und August resp. zur Zeit der Alpenschneeschmelze eintreten. Dafs letztere aber auch noch auf den Rheinwasserstand bei Cöln einwirkt, wird weiter unten nachgewiesen werden.

Der höchste eisfreie Hochwasserstand in dem 57jährigen Zeitraume trat am Pegel zu Cöln den 31. März 1845 mit $+ 9{,}_{37}$ m ein; er fällt also noch in die Winterperiode, wenn auch nicht in den November, der den höchsten mittleren Monatswasserstand anzeigt, während der absolut höchste Wasserstand am Pegel zu Strafsburg von $+ 4{,}_{54}$ m am 19/20. September 1852 ganz aufserhalb der dortigen mittleren Hochwasserperiode eingetreten ist.

Als höchste bekannte Wasserstände am Pegel zu Cöln aus früheren Jahrhunderten sollen hier noch angeführt werden der

am 28. Februar 1784 von $+ 12{,}_{55}$ m,

Zusammenstellung
der mittleren Monats-Wasserstände des Rheins bei Cöln von 1817 bis 1873.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa der Monatsmittel	Mittlere Jahres-Wasserstände	
	Meter														
1817	4,63	3,82	5,41	3,17	3,37	4,13	4,42	3,61	2,98	2,85	2,09	2,43	42,91	3,58	
1818	2,96	3,71	5,00	3,32	4,19	2,46	2,07	1,99	2,09	2,22	1,41	1,13	32,55	2,71	
1819	1,57	2,72	2,22	2,17	1,54	2,25	2,64	2,30	1,73	1,41	2,85	4,05	27,45	2,29	
1820	4,47	2,69	2,30	2,25	1,70	2,75	2,54	2,56	2,04	2,20	2,25	2,22	29,97	2,50	
1821	3,56	1,54	4,03	3,30	2,93	2,88	2,75	3,64	3,82	2,80	2,30	4,05	37,60	3,13	
1822	3,69	3,22	2,90	2,49	2,30	1,96	1,96	2,09	2,07	1,67	1,20	1,33	26,88	2,24	
1823	1,73	4,19	3,87	2,93	2,62	2,85	3,11	2,96	2,04	2,04	1,70	2,41	32,45	2,70	
1824	3,09	2,49	2,62	2,77	4,37	3,92	3,77	3,30	3,17	2,88	[1]) 7,24	5,15	44,77	3,73	1) 7,24 Maximalstand.
1825	3,69	2,90	2,77	2,25	2,15	2,33	2,30	2,56	2,25	2,07	3,90	4,29	33,46	2,79	
1826	2,20	2,85	2,35	1,70	2,17	2,77	2,49	2,41	1,78	1,62	1,91	2,59	26,84	2,24	
1827	3,06	1,54	6,09	3,82	3,69	3,61	2,85	2,30	2,07	1,70	2,85	3,85	37,43	3,12	
1828	4,21	3,27	3,03	3,56	2,98	2,56	3,01	3,53	2,85	2,09	1,54	2,33	34,96	2,91	
1829	1,62	2,59	2,62	2,77	2,93	2,30	3,09	2,88	4,24	4,26	3,53	2,17	35,00	2,92	
1830	1,54	3,98	3,32	3,90	2,85	3,30	4,26	2,90	2,75	2,43	2,28	1,99	35,50	2,96	
1831	2,07	3,22	5,62	2,85	3,24	4,58	4,50	3,74	4,21	2,33	3,43	3,92	43,71	3,64	
1832	3,27	1,96	1,99	1,67	1,88	2,25	2,12	1,65	1,62	1,10	1,75	3,09	24,35	2,03	
1833	1,31	3,92	2,69	3,40	2,83	2,46	2,67	2,33	2,77	2,35	2,25	5,96	34,94	2,91	
1834	6,38	3,22	1,99	1,78	1,99	2,12	2,15	1,91	1,75	1,39	1,75	1,60	28,03	2,34	
1835	1,96	2,64	3,51	2,28	3,01	2,77	2,17	1,94	2,01	2,28	1,70	1,73	28,00	2,33	
1836	2,64	2,88	3,87	3,64	2,62	2,59	2,30	1,75	2,25	2,33	3,19	5,70	35,76	2,98	
1837	3,61	3,27	2,67	2,90	3,40	3,43	3,24	3,03	3,06	1,81	3,53	3,69	37,64	3,14	
1838	2,35	4,47	4,24	2,83	2,75	3,90	3,01	2,38	2,46	2,01	2,88	2,93	36,21	3,02	
1839	3,96	4,34	3,92	3,45	3,17	3,30	2,70	2,12	2,35	2,17	1,54	2,93	35,95	3,00	
1840	4,05	3,82	1,70	1,62	1,99	2,38	2,51	2,59	2,38	2,51	4,89	2,35	32,79	2,73	
1841	3,57	3,14	3,35	2,56	2,25	2,90	3,38	2,83	2,30	3,74	3,48	4,84	38,34	3,20	
1842	2,35	1,78	3,90	3,61	2,22	2,20	2,04	2,04	1,73	1,54	2,28	2,20	27,89	2,32	
1843	3,69	4,13	2,69	2,93	3,22	4,19	3,92	3,74	2,43	3,48	3,30	2,59	40,31	3,36	
1844	2,28	3,30	5,60	3,82	2,93	2,54	3,22	3,71	2,83	3,19	3,53	2,25	39,20	3,27	
1845	1,70	1,26	3,10	4,84	2,98	4,16	3,41	3,62	2,50	2,63	2,26	4,36	36 82	3,07	
1846	4,75	5,28	3,09	4,81	3,56	3,03	2,93	2,54	2,85	2,20	1,88	2,90	39,82	3,32	
1847	2,41	4,20	2,22	4,37	3,69	3,20	2,93	3,03	3,06	2,30	1,73	1,91	35,05	2,92	
1848	0,94	3,53	5,07	4,39	2,90	2,56	2,80	2,22	1,91	1,78	2,93	2,46	33,49	2,79	
1849	3,58	2,69	2,77	2,51	3,24	3,69	2,90	2,20	1,57	2,01	1,94	3,06	32,16	2,68	
1850	2,12	6,20	2,69	3,27	2,69	3,24	3,17	3,19	2,09	2,56	2,72	3,32	37,26	3,11	
1851	2,80	2,20	2,88	4,58	3,71	2,96	3,11	4,55	3,92	3,79	2,43	2,51	39,44	3,29	
1852	3,24	4,39	2,54	2,25	2,30	3,11	2,88	3,79	3,85	3,48	3,49	3,24	38,56	3,21	
1853	4,05	2,43	2,80	4,42	3,87	4,42	4,21	2,85	2,59	2,46	1,62	0,90	36,71	3,06	
1854	1,57	3,17	2,59	1,83	2,80	2,98	3,82	3,14	1,94	1,57	2,15	5,07	32,63	2,72	
1855	3,07	2,88	5,10	3,71	2,99	3,57	3,74	3,37	2,72	2,62	2,12	1,88	37,77	3,15	
1856	3,06	3,24	1,88	2,28	3,95	4,68	3,19	2,51	2,51	2,43	2,18	3,52	35,43	2,95	
1857	3,01	1,75	2,05	2,47	2,22	2,73	2,12	1,96	1,65	1,28	1,02	0,90	23,16	1,93	
1858	[2]) 0,60	0,76	1,39	2,51	2,33	2,31	1,95	2,16	2,09	1,76	1,68	1,99	21,53	1,79	2) 0,60 Minimalstand.
1859	1,91	2,64	2,25	3,17	3,58	3,51	2,47	1,89	1,68	1,32	2,41	2,71	29,54	2,46	
1860	3,96	3,35	4,30	4,32	3,20	3,69	2,90	3,40	4,01	4,20	2,57	2,83	42,73	3,56	
1861	3,59	2,94	3,86	2,88	2,12	2,65	3,11	2,44	1,79	1,80	2,20	2,70	32,08	2,67	
1862	2,84	4,50	2,17	2,01	1,96	2,45	2,72	2,24	2,39	2,17	2,10	2,31	29,86	2,49	
1863	3,23	2,64	2,25	2,57	2,35	2,78	2,42	1,93	2,43	2,37	2,64	2,63	30,24	2,52	
1864	1,99	2,54	2,93	2,24	2,77	3,09	3,02	2,30	1,96	1,31	1,34	1,12	26,61	2,20	
1865	2,08	3,20	2,81	3,45	2,45	1,84	1,67	2,29	1,89	0,95	1,60	1,26	25,49	2,12	
1866	2,07	4,16	3,11	3,35	2,99	2,56	2,54	3,33	3,33	1,96	2,20	4,06	35,66	2,96	3) 2,83 = arithmetisch mittlerer Wasserstand aus 57 Jahren.
1867	4,93	5,88	4,25	5,44	4,11	3,80	3,52	2,44	2,28	2,60	2,11	3,01	44,37	3,70	
1868	2,62	3,10	3,46	3,04	3,71	3,20	2,50	2,20	1,55	2,40	2,31	3,53	33,62	2,80	
1869	3,71	3,07	2,84	2,33	2,77	2,90	2,53	2,60	1,93	1,68	2,88	4,49	33,73	2,81	
1870	3,37	1,55	3,06	2,06	1,94	1,99	1,60	2,41	2,46	2,43	4,63	3,82	31,32	2,61	
1871	2,30	3,53	2,69	3,11	3,51	2,91	4,01	3,03	2,01	2,54	1,45	1,07	32,16	2,68	
1872	2,29	1,74	2,47	2,56	3,11	4,45	3,07	3,06	2,25	2,20	3,86	4,80	35,86	2,99	
1873	3,12	2,31	4,28	2,95	3,16	3,29	3,12	2,60	2,59	2,21	1,90	2,13	33,66	2,81	
Summa 1817—1873	166,42	178,73	183,17	173,46	164,25	173,43	165,55	154,08	139,83	130,48	142,90	166,31	1937,65	161,56	
Mittel	2,92	3,14	3,21	3,04	2,88	3,04	2,90	2,70	2,45	2,27	2,51	2,92	33,99	2,83 [3])	

am 12. März 1658 von $+11{,}95^{\mathrm{m}}$,
- 30. Juni 1651 - $+11{,}09^{\mathrm{m}}$,
- 10. Mai 1594 - $+10{,}51^{\mathrm{m}}$.

Der absolut niedrigste Wasserstand des Rheins am Pegel zu Cöln war der am 31. December 1853 mit $+0{,}09^{\mathrm{m}}$, Treibeis; diesem nahe standen der

am 1. Januar 1854 mit $0{,}18^{\mathrm{m}}$, Treibeis;
- 28. December 1864 - $0{,}18^{\mathrm{m}}$, dito;

am 29/30. Januar 1858 mit $0{,}21^{\mathrm{m}}$, Treibeis;
- 25. December 1822 - $0{,}34^{\mathrm{m}}$, wenig Eis;
- 25. Januar 1829 - $0{,}45^{\mathrm{m}}$, dito;
- 30. December 1830 - $0{,}52^{\mathrm{m}}$, dito;
- 16. Januar 1848 - $0{,}52^{\mathrm{m}}$, Treibeis;
- 2. Januar 1823 - $0{,}55^{\mathrm{m}}$, viel Eis;
- 1. Januar 1830 - $0{,}55^{\mathrm{m}}$, wenig Eis;
- 16. Februar 1845 - $0{,}55^{\mathrm{m}}$, wenig Eis;

am 21. October 1865 mit $0,_{77}{}^{m}$, eisfrei;
- 18. März 1845 - $0,_{92}{}^{m}$, wenig Eis;
- 15. November 1858 - $1,_{08}{}^{m}$, eisfrei.

Es war also in den Jahren 1817 bis 1873 am Pegel zu Cöln

der absolut höchste Wasserstand . . $+ 9,_{37}{}^{m}$,
- - niedrigste - . . $+ 0,_{09}{}^{m}$,

die Differenz daher . . $9,_{28}{}^{m}$,

während die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten mittleren Monats-Wasserstande

$$7,_{24} - 0,_{60} = 6,_{64}{}^{m} \text{ betrug.}$$

Die wasserreichsten der 57 Jahre waren

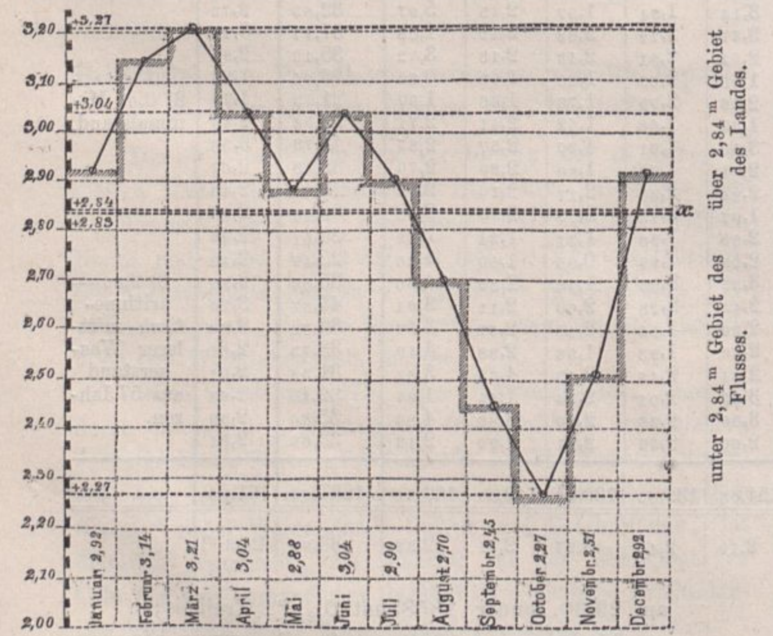
1824 mit $+ 3,_{73}{}^{m}$ C. P. mittl. Jahres-Wasserstand,
1831 - $+ 3,_{64}{}^{m}$ - - -
1817 - $+ 3,_{58}{}^{m}$ - - -
1860 - $+ 3,_{56}{}^{m}$ - - -
1843 - $+ 3,_{36}{}^{m}$ - - -

Die wasserärmsten Jahre waren dagegen

1858 mit $+ 1,_{79}{}^{m}$ C. P. mittl. Jahres-Wasserstand,
1857 - $+ 1,_{93}{}^{m}$ - - -
1832 - $+ 2,_{03}{}^{m}$ - - -
1865 - $+ 2,_{12}{}^{m}$ - - -

Die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten mittleren Jahres-Wasserstande der Periode betrug daher $3,_{73} - 1,_{79} = 1,_{94}{}^{m}$, war also nahezu $3,_{5}$ mal kleiner als die Differenz des Maximums und Minimums der mittleren Jahres-Wasserstände.

+ 12,55 m = Stand vom 28. Februar 1784.
+ 9,37 m = Absolut höchster eisfreier Stand in den Jahren 1817 bis 1873, vom 31. März 1845.
+ 3,21 m = Höchster Winterwasserstand des mittleren Rheins.
+ 3,04 m = Höchster Sommerwasserstand = mittlerer Junistand = Höhe der Buhnenkronen.
+ 2,84 m = Mittlerer Sommerwasserstand = Vegetationsgrenze = Grenze zwischen Flufs und Land.



+ 2,83 m = Arithmetisch mittlerer Wasserstand aus 57 Jahren und mittlerer Winterwasserstand = mittlerer Stand der Monate October bis März.
+ 2,27 m = Tiefster Winterwasserstand = mittlerer Octoberstand. Höhe der Bankette.
+ 0,77 m = Niedrigster eisfreier Stand vom 21. October 1865.
+ 0,09 m = Absolut niedrigster Stand in den Jahren 1817 bis 1873, vom 31. December 1853.

0 des Cölner Pegels liegt 35,844 m über 0 Amsterdamer Pegel.

Die vorstehend dargestellte Curve der gemittelten mittleren Monats-Wasserstände der Jahre 1817 bis 1873 giebt das mittlere Steigen und Fallen des Rheins bei Cöln während eines Jahres an und ist, nach Grebenau's Bezeichnung, die Wasserstands-Curve des mittleren Rheins bei Cöln.

Aus derselben geht hervor, dafs derselbe hier seinen niedrigsten mittleren Monatsstand im October mit $2,_{27}{}^{m}$ C. P., seinen höchsten mit $3,_{21}{}^{m}$ C. P. im März hat. Während aber in der Curve das Wasser des mittleren Rheins vom October bis März resp. von $2,_{27}{}^{m}$ bis $3,_{21}{}^{m}$, und zwar mit einem Stillstande im Januar, vorher stark, nachher schwächer steigt, ist das Fallen vom März bis October durch ein nochmaliges Steigen im Juni bis $+ 3,_{04}{}^{m}$ unterbrochen, was, wie bei Strafsburg, so vielleicht auch hier durch die Alpenschneeschmelze bewirkt wird.

Es kann daher beim Pegel zu Cöln der mittlere Juni-Wasserstand des mittleren Rheins als höchster Sommer-Wasserstand betrachtet werden.

Aus der Figur ergiebt sich ferner als monatliches Maafs des Steigens und Fallens des mittleren Rheins bei Cöln im

Monat	Steigen	Fallen	
Februar	$0,_{22}{}^{m}$	—	
März	$0,_{07}{}^{m}$	—	
April	—	$0,_{17}{}^{m}$	
Mai	—	$0,_{16}{}^{m}$	
Juni	$0,_{16}{}^{m}$	—	
Juli	—	$0,_{14}{}^{m}$	
August	—	$0,_{20}{}^{m}$	
September	—	$0,_{25}{}^{m}$	Maximum
October	—	$0,_{18}{}^{m}$	
November	$0,_{24}{}^{m}$	—	
December	$0,_{41}{}^{m}$	—	Maximum
Januar	—	—	

Diese oben ermittelten höchsten und niedrigsten Monats-Wasserstände des mittleren Rheines dürften bei der Construction der Strombauwerke von Wichtigkeit und Einflufs sein. Dieselben erhielten bisher in der Höhe von $1,_{88}{}^{m}$ am Pegel, rot. von 2^{m}, ein Bankett, auf welches sich das Pflaster der Böschungen aufsetzte; die Höhenlage der Buhnenkronen dagegen wurde auf $2,_{5}$ bis 3^{m} am Pegel angenommen.

Die Höhe von $1,_{88}$ resp. 2^{m} für die Bankette hatte schon oft den Nachtheil zur Folge, dafs die Anlage des Pflasters der Wasserstände wegen hinausgeschoben werden mufste und dasselbe dann nicht vor Eintritt des Frostes beendet werden konnte, ein Nachtheil, der bei der Lage der Bankette in der oben ermittelten Höhe des niedrigsten Monats-Wasserstandes des mittleren Rheines von $2,_{27}$ oder rot. $3,_{0}{}^{m}$ der Wahrscheinlichkeit nach weniger oft eintreten würde. Die bisher übliche Höhenlage der Buhnenkrone von $2,_{88}$ resp. 3^{m} stimmt mit der ermittelten Höhe des Junistandes resp. des höchsten Sommer-Wasserstandes des mittleren Rheins von $3,_{04}{}^{m}$ C. P. überein.

Die Tabelle ergiebt ferner als arithmetischen mittleren Wasserstand der Jahre 1817 bis 1873 $2,_{83}{}^{m}$ C. P.; dieser Stand wird vom mittleren Flusse gegen Mitte Juli und Ende November erreicht. Ferner ist der mittlere Winter-Wasserstand des mittleren Flusses vom October bis März ebenfalls $2,_{83}{}^{m}$, der mittlere Sommer-Wasserstand vom April bis September dagegen $2,_{84}{}^{m}$, so dafs also die mittleren Winter- und Sommer-Wasserstände mit dem arithmetisch mittleren

Wasserstande übereinstimmen, während sie beim Pegel zu Strafsburg bedeutend differiren.

Als Vegetationsgrenze resp. als Grenze zwischen Wasser und Land würde zugleich der mittlere Sommer-Wasserstand von $2,_{84}$ m C. P. betrachtet werden können.

Die 7 Wasserstands-Fixpunkte des Pegels zu Cöln sind demnach:

A. Niedrigster Stand.

1) a. Der absolut niedrigste Stand vom 31. December 1853 . . . . $0,_{09}$ m C. P.

b. Der niedrigste eisfreie Stand vom 21. October 1865 . . . . $0,_{77}$ m -

B. Mittlere Wasserstände oder Wasserstände des mittleren Flusses von 1817—1873.

2) Der tiefste Winterwasserstand oder der mittlere Octoberstand . . . . $2,_{27}$ m C. P.

3) Der mittlere Winterwasserstand der Monate October bis März . . . . $2,_{83}$ m -

4) Der arithmetisch mittlere Wasserstand . . $2,_{83}$ m -

5) Der mittlere Sommer-Wasserstand der Monate April bis September, oder die Vegetationsgrenze, Grenze zwischen Flufs und Land . . . . $2,_{84}$ m -

6) Der höchste Sommer-Wasserstand oder der mittlere Junistand . . . . $3,_{04}$ m -

C. Höchster Wasserstand.

7) a. Der absolut höchste eisfreie Wasserstand vom 31. März 1845 . . . . $9,_{37}$ m C. P.

b. Der absolut höchste vor dem Jahre 1817 am 28. Februar 1784 . . . . . . $12,_{55}$ m -

Während nun die vorerwähnten 7 Wasserstände für die Construction und Ausführung von Strombauwerken, für die Anlage von Deichen, sowie zur Entscheidung von Rechtsfragen in Betreff der Grenze zwischen Flufs und Land von Wichtigkeit sind, dürften anderweitige Ermittelungen über die durchschnittliche Häufigkeit des Vorkommens gewisser Wasserstände, so wie über die durchschnittliche Dauer derselben, wenn sie eintreten, Ermittelungen, wie sie Seitens des Regierungs- und Bauraths Sasse zu Merseburg schon in Anregung gebracht worden sind, von Interesse sein, zumal da die durch die Resultate dieser Ermittelungen gebildeten Curven von auffallender Regelmäfsigkeit sind.

Das Speciellere darüber soll einem späteren Aufsatze vorbehalten bleiben.

Coblenz, im März 1874. Kluge.

Ueber den Kohlenverkehr auf den Preufsischen Eisenbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 63 und 64 im Atlas.)

Vorbemerkung.

Der seit Beendigung des französischen Krieges eingetretene und voraussichtlich jetzt nur für kurze Zeit unterbrochene Aufschwung aller Zweige des Bergbaues, der Industrie und des Handels; die damit in engster Verbindung stehende, in ungewöhnlichem Maafse stattgefundene Zunahme des Verkehrs auf den meisten Preufsischen Eisenbahnen — eine Verkehrssteigerung, die sich, wie die beigegebene Statistik zeigt, vorzugsweise in einer alle Erwartungen übertreffenden Vermehrung des Kohlenverkehrs äufsert —; die grofsen Schwierigkeiten, selbst bei rechtzeitiger Beschaffung der Betriebsmittel, den Verkehr zu bewältigen, da es in so kurzer Zeit unmöglich ist, die Bahnhofsanlagen in gleichem Schritt mit der Zunahme des Verkehrs zu erweitern; die bei der Anlage wie bei der Erweiterung der Bahnhöfe immer mehr sich häufenden Hindernisse, für die Stationen, selbst bei Aufwendung der gröfsten Geldopfer, das erforderliche Terrain in günstiger Lage zu erwerben, während es andererseits in Folge der zunehmenden Concurrenz und der steigenden Transportkosten für den Strafsenverkehr immer wichtiger wird, günstig gelegene Stationen nicht nur beizubehalten, sondern, wenn irgend möglich, neu anzulegende Bahnhöfe den Verkehrsmittelpunkten so viel als irgend thunlich, zu nähern; die aufserordentliche Belastung, welche die Eisenbahnen durch die fortdauernde Erweiterung der Bahnhofs-Anlagen in Betreff der Erhöhung der Anlagekosten erleiden — eine Thatsache, die bereits bei einzelnen Bahnen die Rentabilität empfindlich beeinträchtigt hat — alle diese Gesichtspunkte, sowie die in neuester Zeit mit besonderer Schärfe hervortretende Nothwendigkeit: mit der Befriedigung der vorgenannten Anforderungen des Verkehrs gleichzeitig die Betriebskosten zu vermindern, weisen darauf hin, dafs in gleicher Weise, wie dies bei dem früher entwickelten Verkehr der englischen Eisenbahnen bereits geschehen ist, nunmehr auch für die Hauptverkehrslinien Preufsens der Zeitpunkt gekommen ist, der Frage näher zu treten: wie besonders für den so rapide steigenden Massenverkehr die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen unter entsprechender Ermäfsigung der Anlage- und Betriebskosten in wirksamer und nachhaltiger Weise zu erhöhen ist.

I. Ueberblick über den gegenwärtigen Zustand des Betriebes.

Bahnhofs-Anlagen im Allgemeinen.

Wie leicht zu ersehen ist, hängt die Lösung der vorerwähnten Frage in Betreff einer erhöhten und dauernden Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen, wenn wir vorläufig davon absehen, ob dieselben 1-, 2- oder 4geleisig ausgeführt sind, in erster Reihe von der Leistungsfähigkeit der Bahnhöfe ab.

Theils aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens herrührend, in welcher weder Erfahrungen über die Anlage und Einrichtung der Bahnhöfe vorlagen, noch die Ausdehnung des Verkehrs, sowie die ganze Gestaltung des Betriebes sich im Voraus übersehen liefs, theils zwar in einer späteren Zeit, aber noch immer unter dem Einflufs derselben Anschauungen angelegt, die sich im Laufe der Zeit, gemäfs der allmäligen Entwickelung des Verkehrs und der noch wenig fühlbaren Steigerung des Bodenwerthes, sowie der Preise für Materialien und Löhne allgemein eingebürgert hatten, entspricht eine grofse Anzahl unserer vorhandenen Bahnhofs-Anlagen den so sehr gestiegenen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr. Und wie grofs die daraus folgenden Nachtheile auch sein mögen, die sich, aufser hohen Betriebskosten der Bahnhofs-Anlagen, in einer geringen Leistungsfähigkeit derselben und dadurch in einem bei steigendem Verkehr rasch eintretenden Bedürfnifs, die Geleisanlagen zu erweitern, zeigen, es ist erklärlich, dafs diese Wahrnehmungen erst in neuester Zeit in ihrem vollen Umfange zur Erkenntnifs kommen, wo in Folge der aufserordentlichen Steigerung des Verkehrs,

sowie der Bau- und Betriebskosten und der dadurch hervorgerufenen Abnahme der Rentabilität der Eisenbahnen, die Nothwendigkeit zur gröfsten Oekonomie drängt.

Das Programm, welches bisher bei der Projectirung gröfserer Bahnhofsanlagen zu Grunde gelegt wurde, bestand in seinen Grundzügen darin, dafs alle Anlagen für den Personen-, Stückgut-, Kohlen- resp. Rohproducten-Verkehr in einem Bahnhof und zwar auf einem und demselben Niveau vereinigt wurden, und dafs die Verbindung der Geleisanlagen ausschliefslich durch Weichen und in Folge dessen der Rangirdienst ausschliefslich durch Locomotiven geschah.

Das Programm, welches nach dem heutigen Stande der Technik bei der Anlage gröfserer Bahnhöfe wohl übereinstimmend als zweckmäfsig anerkannt wird, steht dazu in starkem Gegensatz, indem man es nach den bisherigen Erfahrungen und insbesondere nach den auf den englischen Bahnen gemachten Wahrnehmungen nicht mehr als ein Bedürfnifs ansieht, alle für den Personen- und Güterverkehr erforderlichen Anlagen in einem Bahnhof zu vereinigen, sondern in dieser Beziehung vorzugsweise die Lage und Ausdehnung des zu Gebote stehenden Terrains, sowie die Höhenverhältnisse desselben entscheiden läfst, und sofern diese beiden Gesichtspunkte nicht ganz besonders für eine Vereinigung aller Verkehrszweige in einen Bahnhof sprechen, einer Trennung der Personenstation von den Anlagen für den Güterverkehr den Vorzug geben, und in Betreff des letzteren wieder auf die Herstellung besonderer Anlagen für den Stückgut- und Rohproductenverkehr Bedacht nehmen wird.

Ebenso haben sich auch die Ansichten bereits dahin geklärt, dafs sich für den Rangirdienst des Güterschuppenverkehrs die Anwendung von Drehscheiben und Schiebebühnen empfiehlt, und nur für den Massenverkehr das Rangiren mit Locomotiven zweckmäfsig beizubehalten ist.

Wir haben uns in Nachstehendem darauf beschränkt, die Bahnhofs-Anlagen für den Kohlen- resp. Rohproducten-Verkehr zum Gegenstande der Besprechung zu machen, und können daher die Bahnhofs-Anlagen für den Personen- und Stückgut-Verkehr übergehen.

Personen-Bahnhöfe. Wir glauben dies in Betreff der Personenstationen um so eher thun zu können, als wir diesen Gegenstand bereits in der Schrift „über das englische Eisenbahnwesen" so ausführlich besprochen haben, dafs kaum noch wesentlich neue Gesichtspunkte aufzufinden sein werden. Nur der für den Personenverkehr bedeutsame Schritt, welcher in der am 29. October bis 1. November 1873 stattgefundenen Conferenz, behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maafsregeln, durch Aufhebung des Coupirens der Billets während der Fahrt in Betreff einer Aenderung des bisherigen Verfahrens der Billetrevision angebahnt worden ist, dürfte um so mehr zu erwähnen sein, als bereits bei den Bahnhofsprojecten für die Berliner Ringbahn vorgesehen ist, an Stelle der Mittelperrons nur Seitenperrons anzulegen, welche durch Tunnels oder Ueberführungen mit dem Empfangsgebäude verbunden sind, um auf diese Weise eine zuverlässige Controle der Billets vor Antritt und nach Beendigung der Fahrt resp. beim Eingange in die Stationen und beim Ausgange aus denselben zu gewinnen — eine Einrichtung, die bei den französischen, englischen und bei einzelnen österreichischen Bahnen eingeführt und in besonders zweckmäfsiger Weise bei den Underground Railways in London zur Anwendung gekommen ist. Wir zweifeln nicht, dafs auch das Norddeutsche, bisher an diese Art der Billetcontrole nicht gewöhnte Publikum sich bald damit befreunden wird, und dafs die dabei gewonnenen Erfahrungen die Einführung dieses Controlsystems auch weiteren Kreisen erschliefsen werden.

Güterbahnhöfe. Ebenso enthalten wir uns, hier auf die Bahnhofs-Anlagen für den Güterschuppen-Verkehr näher einzugehen, indem wir auch in dieser Beziehung auf die von uns gegebenen Mittheilungen über die Güterbahnhöfe in London verweisen, die für den Güterverkehr grofser Städte viel Nachahmungswerthes bieten. So lange freilich in Deutschland allgemein gestattet wird, dafs die einzelnen Versender und Empfänger ihre Güter nach den Güterschuppen bringen und von denselben abholen, daher den Eisenbahnen auch in grofsen Städten nicht die Möglichkeit gegeben ist, durch Uebernahme des gesammten Rollgeschäftes event. Ausführung desselben durch einen Unternehmer, alle ankommenden Güter ohne Verzug an die Empfänger abliefern, und ebenso die Heranfuhr sämmtlicher Güter in bestimmter Zeit bewirken zu können, wird es nicht zu vermeiden sein, dafs die Güterböden gleichzeitig als Lagerräume für die nicht abgeholten Güter dienen, ihre jetzige übermäfsige Breite behalten müssen, dadurch die Uebersicht und die Verladung der Güter erschwert und somit die wichtigste Reform verhindert wird, die der Eisenbahnbetrieb in dieser Beziehung erwartet.

Betriebsdienst.

Wenn wir demnächst einen flüchtigen Blick auf die Ausführung des Betriebes werfen, so glauben wir constatiren zu können, dafs die wichtigsten Reformen, die auf diesem Gebiet als zweckmäfsig anerkannt sind, ihrer allmäligen Verwirklichung entgegen gehen, und dafs in dieser Beziehung die Ergebnisse der Seite 375 erwähnten Conferenzen zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe auf die Beschleunigung dieser Reformen einen wesentlichen Einflufs ausüben werden.

Ueberhaupt läfst sich nicht verkennen, dafs mit der grofsartigen Entwickelung des Verkehrs auch mehr und mehr die Wichtigkeit des Eisenbahnbetriebes und aller damit verbundenen Dienstzweige in den Vordergrund tritt. Werden auch die Vortheile der bei den Staatsbahnen und unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen wohl nunmehr allgemein getroffenen Organisation, dafs, abgesehen von der Oberleitung (Ober-Betriebs-Inspection resp. Betriebstechnisches Büreau der Central-Direction) und aufser den Bau- und Betriebs-Inspectionen für die allgemeine Leitung des Betriebsdienstes innerhalb ihres Bezirks, noch Betriebs-Controleure für die specielle Beaufsichtigung des Betriebsdienstes angestellt worden sind, in dem vollen Umfange erst nach und nach zur Geltung kommen, so ist doch nunmehr wenigstens ein allgemein als zweckmäfsig erkannter Weg gefunden, auf dem um so eher ein den Anforderungen des Betriebsdienstes entsprechendes Ziel zu erreichen ist, je energischer die Ausbildung der unteren Eisenbahn-Beamten, sei dies durch Einrichtung von Fachschulen oder allein durch Einführung allgemeiner Prüfungen angestrebt wird.

Was die Leistung der Eisenbahnen im Allgemeinen betrifft, so beginnt nunmehr, in gleicher Weise, wie in England für die gröfsere Sicherheit des Betriebes die Entlastung der besonders verkehrsreichen Bahnstrecken durch Vervierfachung der Geleise als ein dringendes Erfordernifs hingestellt wird, und bei den in London mündenden Eisenbahnen schon seit längerer Zeit streckenweise zur Ausführung gekommen ist, auch bereits in Preufsen dieser Gesichtspunkt Beachtung zu finden. Aufser der Berliner Stadtbahn, welche 4geleisig projectirt ist, der Berliner Ringbahn, für welche in dem im Bau begriffenen Theile Moabit-Charlottenburg-Schöneberg das Terrain bereits für 4 Geleise — 2 Geleise für den Personen-, 2 Geleise für den Güterverkehr — erworben, und in dem bereits im Betriebe befindlichen Theile Moabit-Stralau-Schöneberg die Herstellung für 4 Geleise ebenfalls schon in Aussicht genommen ist, hat im Gebiet der Rheinisch-Westphälischen Eisenbahnen der Verkehr einzelner 2geleisiger Strecken bereits einen solchen Umfang erreicht, dafs die Frage der Entlastung derselben, sei dies durch die Anlage besonderer Entlastungsbahnen oder durch Vermehrung der Geleise, in den Vordergrund tritt, wie ja auch bei der Einmündung von Zweigbahnen schon aus Rücksicht für die Sicherheit des Betriebes in der Regel die selbstständige Durchführung bis zur nächsten Station erfolgt. Ebenso ist in Folge der gesteigerten Ansprüche an die Regelmäfsigkeit und Sicherheit des Betriebes schon mehrfach der Fall vorgekommen, dafs neue Bahnstrecken doppelgeleisig dem Betriebe übergeben werden, wie auch die Leistungsfähigkeit eingeleisiger Bahnstrecken nicht mehr allgemein bis an die äufserste Grenze ausgenutzt wird, sondern zeitiger als früher die Anlage des zweiten Geleises zur Ausführung kommt.

Verminderung der Achsenzahl der Lastzüge.

Auch eine von den Gewohnheiten, die bisher mit besonderer Zähigkeit festgehalten wurden, die übermäfsige Länge der Güterzüge, beginnt nach und nach mehr Gegner zu finden, und wenn wir auch, bei der verhältnifsmäfsig nur geringen Anzahl von Personenzügen, keine so dringende Veranlassung haben, die Achsenzahl der Lastzüge soweit zu beschränken, als dies auf den englischen Bahnen der Fall ist, so beginnen doch bereits gegenüber dem Gewinn erhöhter Sicherheit und Regelmäfsigkeit die Rücksichten für die Oekonomie mehr zurückzutreten. Würde man übrigens alle die Nachtheile, welche mit der übermäfsigen Achsstärke der Lastzüge von 150 Achsen und mehr verbunden sind, genauer erwägen, als da sind: grofse Länge der Stationen und dessenungeachtet schwierige Unterbringung und Rangirung so langer Züge auf den Stationen, Schwierigkeiten in der Beförderung in Folge des Mangels an Uebersicht und Controle, das leichte Zerreifsen so langer Züge und alle sonstigen Nachtheile, die jedem Betriebs-Ingenieur aus Erfahrung bekannt sind, so würde man ohne Zweifel finden, dafs alle diese oft sehr folgenschweren Nachtheile, aufser der steten Gefahr für die Sicherheit des Betriebes, im Ganzen einen Kostenaufwand repräsentiren, der die Ersparnifs in Betreff der besseren Ausnutzung der Locomotivkraft zu einem beträchtlichen Theil wieder aufwiegt. Und dies Verhältnifs wird sich noch günstiger gestalten, wenn man bei Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen (über 1 : 200) dazu übergeht, entweder, entsprechend der geringeren Zugstärke, wieder leichtere Maschinen, an Stelle der 3fach gekuppelten nur 2fach gekuppelte Locomotiven zu verwenden,*) welche aufser geringeren Beschaffungs- und Reparaturkosten auch geringeren Kohlenverbrauch erfordern, oder die Stärke der Lastzüge der Leistungsfähigkeit der Maschinen entsprechend so zu normiren, dafs der Vorspanndienst ausgeschlossen wird, und die Lastzüge stets nur von einer Locomotive befördert werden. Wie uns scheint, ist diese Frage bisher noch keiner erschöpfenden Prüfung unterworfen worden, und doch hängt davon in nicht geringem Grade eine Beseitigung der Uebelstände ab, welche sich jetzt in Folge der langen Güterzüge für die regelmäfsige und sichere Beförderung der Lastzüge, sowie für den Rangirdienst ergeben haben.

Locomotiven.

Gehen wir von dieser wesentlichen Vorbedingung für eine zweckmäfsigere Gestaltung der Güterbahnhöfe zu den Betriebsmitteln selbst über, so werden sich in Betreff der Locomotiven wohl alle Bestrebungen vorzugsweise auf eine Verminderung der Kosten der Zugkraft richten, ein Gesichtspunkt, der bei Bahnen mit starken Steigungen durch erhöhte Leistungsfähigkeit der Locomotiven oder geringere Fahr-Geschwindigkeit zu erreichen gesucht worden ist, bei Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen jedoch, wie schon vorher bemerkt, auf einem anderen Gebiete gefunden werden mufs. Würden uns nicht schon die seit einer Reihe von Jahren gemachten Erfahrungen, die erst neuerdings wieder durch die Wiener Weltausstellung bestätigt worden sind, belehren, dafs im Bereich der Locomotivconstruction bereits ein Höhepunkt erreicht ist, der fernerhin eine nur allmälige Entwickelung erwarten läfst, so zeigt doch die Statistik, dafs alle in neuerer Zeit ausgeführten Verbesserungen in der Construction der Locomotiven nicht hinreichend gewesen sind, um die Preissteigerung, besonders in Betreff des Brennmaterials, auszugleichen. Die Kosten pro Locomotivnutzmeile, welche

im Jahre 1861 . . . $42{,}_4$ Slbgr.,
- - 1870 . . . $42{,}_8$ -

betrugen und im Lauf dieser 10 Jahre nur zwischen $38{,}_6$ und $43{,}_4$ Sgr. geschwankt haben, sind plötzlich

im Jahre 1871 auf . . 47 Slbgr.,
- - 1872 - . . $49{,}_5$ -

gestiegen und zeigen dadurch deutlich ihre Abhängigkeit von den Kohlenpreisen.

Wir glauben daher nicht zu irren, wenn wir uns dahin aussprechen, dafs eine Ermäfsigung der Kosten der Zugkraft, abgesehen von der, wenn auch zeitweise zurückgehenden, im Allgemeinen aber fortdauernden Steigerung der Gehälter und Löhne, sowie aller Materialien, insbesondere der Kohlen, weniger auf dem Gebiete der Locomotiv-Construction als in der ökonomischen Verwendung der Locomotiven, besonders für den Rangirdienst, zu suchen ist. Und dieser Zweck wird, wie schon erwähnt, durch Verminderung der Achsenzahl der

*) Die auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zur Beförderung der Lastzüge in neuerer Zeit allgemein eingeführten dreifach gekuppelten Locomotiven von 458 mm Cylinder-Durchmesser, 140,26 □m Heizfläche, 10 Atmosphären Ueberdruck, 740 Ctr. Eigengewicht bei gefüllter Locomotive befördern an Nettolast

auf Steigungen von	1 : 300	im Sommer	15750 Ctr.,	im Winter	13650 Ctr.
- - -	1 : 200	- -	12600 -	- - -	10920 -
- - -	1 : 150	- -	11970 -	- - -	10080 -
- - -	1 : 100	- -	8190 -	- - -	6930 -
- - -	1 : 75	- -	4200 -	- - -	3570 -

Lastzüge, Trennung derselben einerseits nach der Beschaffenheit der Fracht in Kohlen- und Güterzüge, andererseits nach der Transportlänge in Local- und directe Lastzüge, von denen die letzteren nur auf den Hauptstationen resp. auf denjenigen Stationen halten, wo die Locomotiven Wasser nehmen müssen, aufserdem noch in Eilgut- und Auslade-Güterzüge zu erreichen sein. Mit dieser Trennung, welche allerdings nur auf verkehrsreichen Bahnen zur Ausführung kommen kann, ist naturgemäfs eine Verringerung des Rangirdienstes, sowohl bei Bildung der Züge, als auch behufs Aus- und Einsetzen der Wagen in den Zügen, und damit eine Abkürzung des Aufenthaltes auf den Stationen verbunden, wodurch eine erheblich günstigere Ausnutzung der Zugmaschinen und eine geringere Inanspruchnahme der Maschinen für den Rangirdienst zu erreichen ist. Auf diesen letzteren Punkt ist aber, wie wir später noch näher erwähnen werden, um so gröfserer Werth zu legen, als jetzt die Zahl der Rangirmaschinen einen unverhältnifsmäfsig grofsen Theil sämmtlicher Maschinen bildet.

Ein schlagendes Bild, wie wenig die zahlreichen Verbesserungen in der Locomotiv-Construction im Stande gewesen sind, die finanzielle Leistung der Locomotiven zu erhöhen, zeigt die anliegende Tabelle 3 über die Leistungen der Locomotiven auf den Preufsischen Eisenbahnen.

Aus den Colonnen 19 und 20 dieser Tabelle ist zu ersehen, welcher Antheil von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güter-Verkehr durchschnittlich auf jede Locomotive entfällt, und in welcher überraschenden Weise sich die Reihenfolge dieser Werthe seit der Entstehung des Preufsischen Eisenbahnwesens gestaltet.

Während die jetzt im Betriebe befindlichen Locomotiven alle Verbesserungen zeigen, welche überhaupt in Bezug auf Construction, Material und Ausführung gemacht worden sind, worunter die allgemeine Anwendung des Gufs- resp. Bessemerstahls zu Achsen, Radreifen etc. — in Betreff der Anwendung des Stahls zu Locomotivkesseln sprechen sich allerdings die bisherigen Erfahrungen nicht günstig aus — die Einführung einer Dampfspannung von 10 Atmosphären und darüber, besonders hervorzuheben ist; während unsere jetzigen Locomotiven einen Cylinder-Durchmesser bis zu 482^{mm}, eine Heizfläche bis zu $140\,\square^{m}$, eine Leistungsfähigkeit bis etwa zu 415 Pferdekräften und ein Eigengewicht bis über 900 Ctr. zeigen, dabei kaum noch ungekuppelte Locomotiven beschafft werden, sondern für Personenzüge fast nur 2fach gekuppelte, für Güterzüge zum grofsen Theil 3fach gekuppelte Locomotiven zur Anwendung kommen, beträgt der von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich pro Locomotive entfallende Betrag im Durchschnitt der letzten 10 Jahre 1862 bis 1872 nur 31122 Thlr. und ist in den letzten Jahren wiederholt unter diesen Betrag gesunken.

Vergleichen wir damit unsere Locomotiven aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens, mit einem Cylinder-Durchmesser von $10_{,50}$ Zoll engl., einer Heizfläche von 322 Quadratfufs, einem Dampfdruck von 60 Pfund pro $\square''$, einem adhärirenden Gewicht von 145 Ctr. und einem Eigengewicht von 200 Ctr. bei einem Maximaleffect von 85 Pferdekräften — es sind dies die Verhältnisse der von Norris in Philadelphia im Jahre 1842 für die Berlin-Frankfurter (Niederschlesisch-Märkische) Eisenbahn gelieferten Locomotiven — und erwägen, dafs in den ersten 10 Jahren von 1842 bis 1852 auf den Preufsischen Eisenbahnen von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich ein Betrag von 24344 Thlr. auf jede im Betriebe befindliche Locomotive pro Jahr entfällt; vergleichen wir ferner damit unsere Locomotiven aus den Jahren 1852, in welchen die schwersten Locomotiven, welche auf den Preufsischen Eisenbahnen im Betriebe waren, folgende Dimensionen hatten: einen Cylinder-Durchmesser von 16 Zoll, eine Heizfläche von 1039 □Fufs, einen Dampfdruck von 100 Pfund pro $\square''$, ein adhärirendes Gewicht von 470 Ctr. und ein Eigengewicht mit Wasser und Koks von 590 Ctr. bei einem Maximaleffect von 308 Pferdekräften, und erwägen, dafs in den 10 Jahren von 1852 bis 1862 auf den Preufsischen Eisenbahnen von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich ein Betrag von 28413 Thlr. pro Jahr auf jede Locomotive entfällt, so erscheint allerdings gegenüber der Steigerung in der Leistungsfähigkeit der Locomotiven die Steigerung des auf jede Locomotive entfallenden Antheiles der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr

im Jahre 1842 bis 1852 . . . 24344 Thlr.,
- - 1852 bis 1862 . . . 28413 -
- - 1862 bis 1872 . . . 31122 -

nicht entsprechend.

Wir übersehen dabei keineswegs die stetige Ermäfsigung der Tarife, die in Verbindung mit der unverhältnifsmäfsig gestiegenen Zunahme des Verkehrs von Kohlen, Erzen, kurz der niedrig tarifirten Güter die Einnahme pro Centner und Meile auf ein Minimum reducirt hat. Wir übersehen ferner nicht, dafs die Preissteigerung aller Materialien, der Gehalte und Löhne etc. die Leistung jeder Locomotive — in einem Antheil der Einnahme ausgedrückt — ungeachtet aller Fortschritte im Locomotivbau sehr beeinträchtigen mufste, dessenungeachtet enthält der im Vorstehenden gezogene Vergleich eine ernste Mahnung, auf die Ermäfsigung der Kosten der Zugkraft, in gleichem Maafse, wenn nicht vielleicht noch mehr, aber auf die ökonomischere Verwendung der Locomotiven im Betriebe, besonders zum Rangirdienst, fortgesetzt Bedacht zu nehmen.

Güterwagen.

Indem wir nunmehr zu den Güterwagen übergehen, und hierbei uns vorzugsweise auf die zum Kohlen- und Erz-Transport zur Verwendung kommenden offenen Lastwagen beschränken, glauben wir in Betreff der Construction dieser Wagen erwähnen zu sollen, dafs durch die in einer im November 1871 zu Berlin stattgefundenen Conferenz der Preufsischen Eisenbahn-Verwaltungen getroffenen Festsetzungen bezüglich der übereinstimmenden Annahme gewisser Haupt-Abmessungen und Constructionstheile, insbesondere für die Untergestelle und Achsen der Güterwagen, sowohl für die Eisenbahn-Verwaltungen wie für die Wagenbauanstalten ein nicht zu unterschätzender Gewinn erreicht worden ist, der allerdings noch gröfser sein würde, wenn die getroffenen Vereinbarungen mit gröfserer Strenge zur Durchführung kämen. Wenn sonach zu erwarten ist, dafs für die Folge die Construction der offenen Güterwagen, ob ganz in Eisen, wie zum nicht geringen Theil bei den schlesischen Eisenbahnen, oder in Holz, im Wesentlichen übereinstimmen wird, wie dieselbe auch schon seit Entstehung der Eisenbahnen keine

grofsen Wandelungen zeigt, so ist dagegen die Einrichtung der Wagen in Bezug auf die Tragfähigkeit und die Art der Entladung eine so verschiedenartige, dafs wir uns nicht versagen können, näher darauf einzugehen.

Tragfähigkeit. Was zunächst die Tragfähigkeit betrifft, die allgemein von 80 bis 100 Ctr. in der ersten Zeit des Eisenbahnwesens auf 200 Ctr. erhöht worden, wobei sich das Eigengewicht zur Tragfähigkeit im Durchschnitt wie 1 zu 2 verhält, so sind die Bestrebungen, das Verhältnifs der todten Last zur Tragfähigkeit durch Erhöhung der letzteren günstiger zu gestalten, noch nicht abgeschlossen, und besonders die Schlesischen Eisenbahnen*) sind in dieser Beziehung vorangegangen.

Wenn allerdings erwogen wird, dafs, mit Ausnahme der letztern, wohl alle übrigen Preufsischen Eisenbahnen fast ausschliefslich nur Güterwagen von 200 Centner Tragfähigkeit besitzen, so erscheint es schon mit Rücksicht auf diese für die gesammten Betriebs- und Verkehrsverhältnisse, insbesondere aber für die Tarifirung so überaus wichtige Uebereinstimmung gewagt, von dieser Normal-Tragfähigkeit abzugehen; und für Bahnen, welche keinen erheblichen Massenverkehr haben, daher ihre offenen Güterwagen für den Transport der verschiedenartigsten Artikel benutzen müssen, wird eine Abweichung davon in der That nicht zulässig sein. Anders stellt sich dagegen die Sachlage bei gröfseren Bahnen, welche einen ausgedehnten Massenverkehr, insbesondere an Kohlen, Erzen etc. besitzen und daher einen bedeutenden Theil ihres Wagenparks fast ausschliefslich zur Beförderung der letztgenannten Frachten benutzen. Hierbei verliert die Frage, ob die Kohlenwagen 200 Ctr. oder eine andere gröfsere Tragfähigkeit von 250 Ctr. resp. 300 Ctr. besitzen, an Bedeutung, einerseits weil, besonders im Westen, ein nicht unbeträchtlicher Theil der Kohlen in Extrazügen von der Grube nach den Eisenhütten transportirt wird, die dafür benutzten Wagen ausschliefslich zu diesen Transporten Verwendung finden, und hierbei die normale Tragfähigkeit von 200 Ctr. gar nicht in Betracht kommt, sondern es im Gegentheil nur vortheilhaft ist, in Folge einer möglichst grofsen Tragfähigkeit mit einem Minimum der zu befördernden Achsen ein Maximum an Fracht zu befördern; andererseits ist auch aufserhalb der industriellen Gebiete die Zahl der Empfänger, welche nur immer einen Wagen mit Kohlen für den Hausgebrauch und dann allerdings höchstens 200 Ctr. bestellen, doch im Vergleich zu der überwiegenden Anzahl der gröfseren Consumenten so gering, dafs in der Annahme einer gröfseren Tragfähigkeit als 200 Ctr. für den Massenverkehr weder eine Schwierigkeit für das Publikum, noch auch in Betreff der Tarifirung, welche selbstredend an die vollständige Ausnutzung der Tragfähigkeit geknüpft ist, eintreten kann. Diese Angaben werden vollständig bestätigt durch die langjährigen und ausgedehnten Erfahrungen, welche die Schlesischen Eisenbahnen mit der für die Kohlenwagen angenommenen Tragfähigkeit von 210 bis 264 Ctr. gewonnen haben, auch die auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn seit etwa 3 Jahren im Betriebe befindlichen Kohlenwagen von 300 Ctr. Tragfähigkeit haben ungeachtet der mangelhaften Entladungsvorrichtung — die Thüren sind trotz der so wesentlich erhöhten Tragfähigkeit nur wenig gröfser als bei den Kohlenwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit — anstandslose Benutzung gefunden, und auch der Umstand, dafs die Bewegung eines derartigen mit Ladung (106 + 300 =) 406 Ctr. wiegenden Kohlenwagens auf den Stationen mit Menschenkraft schwierig ist, hat bisher zu keiner Klage Veranlassung gegeben. Wir glauben auch auf letzteren Umstand kein so grofses Gewicht legen zu dürfen, weil das Ein- und Aussetzen der Wagen aus den Zügen meistens durch Maschinenkraft erfolgt, und selbst auf den Stationen, auf denen keine Rangirmaschinen stationirt sind, für die Bewegung einzelner Wagen Pferdekraft ohne grofse Schwierigkeit zu haben sein wird.

Werden diese Wagen von 250 resp. 300 Ctr. Tragfähigkeit, von denen allerdings die letzteren ausschliefslich für den Kohlen- und Erzverkehr bestimmt sind, und daher auch nur selten zur Beförderung anderer Güter benutzt werden, mit entsprechend grofsen Seiten- und Bodenklappen versehen, dadurch die Zeit der Entladung eines Wagens von 300 Ctr. Kohlen auf etwa 10 bis 15 Minuten abgekürzt, dann sind allerdings alle Ausstellungen, welche gegen Wagen dieser erhöhten Tragfähigkeit erhoben werden könnten, beseitigt, und wir glauben, dafs alsdann die Einführung derartiger Kohlenwagen für Bahnen mit ausgedehntem Kohlen- und Erzverkehr in ernste Erwägung gezogen werden sollte.

Jedenfalls glauben wir zur versuchsweisen Beschaffung einer Anzahl von Kohlenwagen mit 250 resp. 300 Ctr. Tragfähigkeit schon um deshalb rathen zu dürfen, um auch in weiteren Kreisen die Ueberzeugung zu gewinnen, dafs die Nachtheile dieser erhöhten Tragfähigkeit bisher überschätzt worden sind, wenn wir auch nicht bestreiten wollen, dafs mit 300 Ctr. die Grenze der Tragfähigkeit erreicht sein wird.

Welchen Werth es hat, das Verhältnifs zwischen der todten Last — dem Eigengewicht der Wagen — und der Tragfähigkeit günstiger zu gestalten, zeigt der untenstehende Vergleich der Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn,*) welcher einer weiteren Erklärung nicht bedürfen wird.

*) An offenen Güterwagen mit einer Tragfähigkeit über 200 Ctr. besafsen die nachstehenden Eisenbahnen im Jahre 1872

	mit einer Tragfähigkeit in Centnern:							
	210 Stck.	220 Stck.	225 Stck.	235 Stck.	240 Stck.	250 Stck.	264 Stck.	300 Stck.
1) Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn	2753	—	—	—	—	830	—	62
2) Oberschlesische Eisenbahn	396	3162	298	—	22	—	—	—
3) Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn . .	199	—	—	61	1087	—	595	9
4) Rechte Oder-Ufer-Bahn .	—	1722	—	—	—	—	—	40

*) Vergleichung der eisernen Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn von verschiedener Tragfähigkeit und der bisher üblichen Einrichtung mit nur einer Entladungsthür an jeder Langseite des Wagenkastens.

Tragfähigkeit	Achsstärke	Eigengewicht incl. Achsen und Räder	Verhältnifs des Eigengewichts zur Tragfähigkeit	Beschaffungskosten incl. Achsen und Räder	Mithin betragen die Beschaffungskosten pro 100 Ctr. Tragfähigkeit
210 Ctr.	131 mm	93 Ctr.	1 : 2,258	975,2 Thlr.	464,38 Thlr.
250 -	131 mm	100 -	1 : 2,50	1101,5 -	440,60 -
300 -	150 mm	106 -	1 : 2,83	1348,0 -	449,33 -

Wagenausnutzung in Bezug auf die Belastung.

Was ferner die Wagenausnutzung in Bezug auf die Belastung betrifft, so geht aus der Anlage über die Leistungen der Güterwagen hervor, dafs zwar der Procentsatz der beförderten Nettolast zur Maximalbelastung (Col. 20, Tab. 4) in den 22 Jahren von 1851 bis 1872 fast ganz constant geblieben ist, er schwankt nämlich nur zwischen

$39,_3$ % im Jahre 1866
und $46,_3$ % - - 1854

und beträgt im Durchschnitt

$42,_1$ %,

dagegen ist doch in Folge der zunehmenden Beförderung der Massengüter wie der allgemeinen Erhöhung der Tragfähigkeit der Güterwagen von 100 auf 200 Ctr., bei den Schlesischen Bahnen bis zu 250 resp. 264 Ctr., bei der Niederschlesisch-Märkischen und Rechten-Oder-Ufer-Bahn bis zu 300 Ctr., die Nutzlast jeder bewegten Achse

von $20,_7$ Ctr. im Jahre 1853
auf $37,_5$ - - - 1872

und zwar fast in regelmäfsiger Progression gestiegen, während das Eigengewicht der offenen Güterwagen, ungeachtet der um das Doppelte bis Dreifache erhöhten Tragfähigkeit, nur etwa von 40 auf 53 Ctr. pro Achse gestiegen ist.

Werden die in der Folge genannten, vorzugsweise den Kohlenverkehr vermittelnden Eisenbahnen für sich allein betrachtet, so stellen sich naturgemäfs die Ergebnisse wesentlich günstiger. So beträgt bei der Saarbrücker Eisenbahn, welche allerdings in beiden Beziehungen die höchste Zahl zeigt, im Durchschnitt der 5 Jahre 1868 bis 1872 der Procentsatz der Nettolast zur Maximalbelastung $54,_3$ %, und die durchschnittliche Belastung für jede bewegte Achse 52 Ctr.; doch sind die Betriebs- wie Verkehrs-Verhältnisse der in Betracht kommenden Bahnen so wesentlich verschiedener Natur, dafs es gewagt sein würde, aus den statistischen Ergebnissen für jede einzelne Bahn weitere Schlüsse zu ziehen.

Dafs auf dem vorerwähnten Gebiete noch ein weites Feld für Verbesserungen offen ist, und dafs insbesondere grofse Aufmerksamkeit auf eine möglichst günstige Ausnutzung der Belastung der Güterwagen: durch zweckentsprechende tarifarische Bestimmungen, durch Einrichtung von Umladestationen, sowie durch eine sachgemäfse Controle, ferner, soweit es irgend die Verhältnisse gestatten, auf die Gewinnung von Rückfracht Bedacht genommen werden mufs, bedarf kaum noch der Erwähnung.

Wagenausnutzung in Bezug auf den durchlaufenen Weg.

Hiermit im engsten Zusammenhange steht die Ausnutzung der Güterwagen in Bezug auf die von denselben durchlaufene Meilenzahl. Wie sich aus der Statistik ergiebt, schwankt in den 22 Jahren vom Jahre 1851 bis 1872 die von jeder Güterwagenachse durchlaufene Meilenzahl, wenn man die ausnahmsweise niedrige Leistung des Jahres 1859 (italienischer Krieg) von 1780 Meilen ausnimmt,

zwischen in min. 1909 Meilen im Jahre 1851
und in max. 2178 - - - 1852,
also zwischen $5,_{23}$ bis $5,_{97}$ Meilen pro Tag.

Noch weniger günstig ist das Ergebnifs bei den vorzugsweise dem Kohlenverkehr dienenden Bahnen. Bei denselben — die Oberschlesische und Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn ausgenommen — schwankt im Durchschnitt der letzten 5 Jahre (1868 bis 1872) die von jeder Güterwagenachse durchlaufene Meilenzahl

von in min. 1419 Meilen bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn
bis in max. 1829 Meilen bei der Rechten Oder-Ufer-Eisenbahn,

und erreicht nur

bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn: 2727 Meilen,
bei der Oberschlesischen Eisenbahn: . . . 3138 Meilen,

schwankt also im Ganzen zwischen $3,_{89}$ und $8,_6$ Meilen pro Tag — ein Verhältnifs, das naturgemäfs im engsten Zusammenhange mit der durchschnittlichen Transportlänge bei den einzelnen Bahnen steht, und bei denjenigen Bahnen, welche eine gröfsere durchschnittliche Transportlänge zeigen, wie insbesondere die in Vergleich gezogenen östlichen Bahnen, am günstigsten sein mufs.

Eine Erhöhung der Leistung der Güterwagen in Bezug auf die von denselben durchlaufenen Meilen ist, wie die in der Anlage gegebene Uebersicht der durchschnittlichen Fahrtlänge des Steinkohlen-Centners zeigt, aufser einer speciellen und zweckmäfsigen Wagendisposition, vorzugsweise durch eine Abkürzung des Aufenthaltes der Wagen auf den Stationen und insbesondere durch eine raschere Be- und Entladung der Wagen zu erreichen, da in Bezug auf die Fahrzeit schon der zweckmäfsigen Ausnutzung der Locomotivkraft wegen für die Lastzüge eine durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 20 Minuten pro Meile, die bei Steigungen über 1 : 100 je nach den Gefälle- und Krümmungsverhältnissen noch entsprechend zu ermäfsigen sein wird, zu Grunde gelegt werden mufs, eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auch auf den rascheren Wagenlauf ohne nennenswerthen Einflufs sein würde.

Von gröfserer Wichtigkeit ist schon die Abkürzung der Aufenthalte auf den Zwischenstationen — eine Anordnung, die jedoch nur zu voller Wirkung bei solchen Bahnen kommen kann, bei denen in Folge der Ausdehnung des Verkehrs eine möglichst weitgehende Trennung der Lastzüge in Kohlen-, Erz- und Güterzüge, und in Local- und Transit-Züge stattfinden kann, und dann die letzteren, als Verbandszüge mit durchgehenden Packmeistern eingerichtet, mit möglichst kurzem Aufenthalt auf den Uebergangsstationen unter Durchfahren aller Stationen, auf denen die Züge behufs Speisung der Locomotiven nicht zu halten brauchen, zu befördern sind, wie dies ja auch auf den Hauptverkehrsrouten Norddeutschlands bereits schon seit einer Reihe von Jahren geschieht.

Dagegen ist gerade auf dem Gebiet, auf welchem jede Zeitersparnifs von dem gröfsten Gewinn ist, wir meinen insbesondere auf den Entladestationen, ein wesentlicher Erfolg bisher noch nicht erreicht worden.

II. Specielle Einrichtungen für den Kohlen- und Erz-Verkehr.

Nothwendigkeit, die Be- und Entladungszeit abzukürzen.

Das ungeheure Frachtquantum von 1273446382 Ctr. Kohlen und Koks, sowie Frachtgut der ermäfsigten Klassen, welches auf den Preufsischen Eisenbahnen im Jahre 1872 transportirt wurde, und was zum überwiegenden Theile aus Kohlen, Koks und Erzen besteht, wird noch fast ausschliefslich in derselben ursprünglichen Weise wie zur Zeit der

1. Zusammenstellung der Längen, Anlagekosten, sowie der beförderten Personen und Güter auf den Preufsischen Eisenbahnen vom Jahre 1841 bis einschl. 1872.

Anlage 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Jahr	Länge der Bahnen	davon waren doppelgleisig	Anlagekapital im Ganzen	Anlagekapital pro Meile Bahnlänge	Es sind im Ganzen befördert Personen	Güter einschl. Gepäck-Beförderung im Ganzen	Güter: davon kommen auf Kohlen und Koks	Güter: davon kommen auf Frachtgut der ermäfsigten Klassen	In Procenten der Gesammt-Gütermasse sind befördert: Kohlen und Koks	In Procenten: Frachtgut der ermäfsigten Klassen	Jeder Centner Kohlen und Koks hat durchschnittlich durchfahren	Jeder Centner Frachtg. d. ermässigt. Klassen hat durchschnittlich durchfahren	Jeder Centner Frachtgut überhaupt hat durchschnittlich durchfahren	Geförderte Centnermeilen: Frachtgut überhaupt	Geförderte Centnermeilen: davon kommen auf Kohlen und Koks	Geförderte Centnermeilen: davon kommen auf Frachtgut der ermäfsigten Klassen	In pCt. von dem Gesammtfrachtgute entfallen auf Kohlen und Koks	In pCt.: Frachtgut der ermäfsigten Klassen	Von den geförderten Centnermeilen kommen auf jede vorhandene Achse	Von den geförderten Centnermeilen kommen pro Meile Bahnlänge
	Meilen	Meilen	Thlr.	Thlr.	Anzahl	Ctr.	Ctr.	Ctr.	pCt.	pCt.	Meilen	Meilen	Meilen		Ctr.	Ctr.	pCt.	pCt.	Anzahl	Anzahl
1841	28,59	—	11712679	409620	1201325	686312	—	—	—	—	—	—	10,92	7497172	—	—	—	—	—	—
1842	57,71	15,05	20279867	351452	2204259	2372747	—	—	—	—	—	—	9,02	21401206	—	—	—	—	—	—
1843	75,64	18,05	26800833	319956	2560486	5258800	—	—	—	—	—	—	8,35	43908223	—	—	—	—	—	—
1844	114,33	18,05	33866067	296190	3940904	7845026	—	—	—	—	—	—	7,7	52053297	—	—	—	—	—	—
1845	127,32	20,49	38437602	301885	4006814	9488258	—	—	—	—	—	—	7,8	60360291	—	—	—	—	—	—
1846	119,85	24,93	36866823	307029	3908701	11974974	—	—	—	—	—	—	8,7	103638013	—	—	—	—	—	—
1847	237,93	42,49	82654018	347388	5829412	21771196	—	—	—	—	—	—	11,4	227835755	—	—	—	—	—	—
1848	313,74	75,25	120905986	385374	7866888	24532865	—	—	—	—	—	—	11,9	290593418	—	—	—	—	—	—
1849	364,03	83,93	139562424	383382	8597948	33313795	—	—	—	—	—	—	11,6	384728585	—	—	—	—	—	—
1850	377,83	84,34	147567724	390566	9241780	45111798	—	—	—	—	—	—	11,2	503463963	—	—	—	—	—	—
1851	379,80	95,71	148914817	392093	9288096	56409691	—	—	—	—	—	—	10,8	608745074	—	—	—	—	—	—
1852	385,40	97,58	153807226	399088	9707198	78540086	—	—	—	—	—	—	10,7	836633582	—	—	—	—	—	—
1853	401,10	106,34	165963922	413770	10191587	96998766	—	—	—	—	—	—	10,6	1023948461	—	—	—	—	41379	2305587
1854	490,77	131,73	202414049	412441	11807755	146745372	—	—	—	—	—	—	9,8	1442394938	—	—	—	—	48687	3097932
1855	502,74	138,09	209379309	418974	12729837	189212711	—	—	—	—	—	—	9,2	1742066452	—	—	—	—	48495	3663755
1856	533,71	150,32	235302171	440881	15474986	212708663	—	—	—	—	—	—	9,1	1943917858	—	—	—	—	46859	3930200
1857	582,61	181,50	255352369	448050	18414094	245468407	—	—	—	—	—	—	9,4	2307545250	—	—	—	—	51675	4266548
1858	630,68	198,03	279646547	453830	19159327	256457725	—	—	—	—	—	—	8,9	2273606205	—	—	—	—	47997	3878662
1859	664,12	212,37	293882441	460425	20161218	241579994	[... 206106536 ...]		[.. 77,5 ..]		[.. 7,5 ..]		8,6	2083849578	[.... 1543912579 ....]		[... 74,2 ...]		43857	3538428
1860	737,88	231,30	351623329	480586	21641083	295772814	[... 247772596 ...]		[.. 76,8 ..]		[.. 7,6 ..]		8,3	2458824883	[.... 1872858336 ....]		[... 76,5 ...]		48798	3732337
1861	762,64	238,95	373044736	486444	23367218	335996989	154625324	134437085	42,9	37,3	6,6	9,9	8,8	2958315011	1015208764	1336016176	34,6	45,5	52806	4233382
1862	799,84	241,73	410535432	516607	25928393	406854797	185822435	171882678	43,5	40,2	7,3	10,3	9,3	3775421584	1361746570	1776959317	36,4	47,5	57897	5041146
1863	809,40	260,23	422463628	524433	29198722	449994163	215004350	182092177	44,8	38,0	8,0	10,2	9,5	4252495140	1714295312	1852287440	40,8	44,1	59845	5553503
1864	853,61	280,20	446281496	525002	32001266	535057991	263909942	104640925	46,3	35,9	8,4	10,0	9,4	5016814925	1223189479	2048042567	44,9	41,4	66258	6287284
1865	882,31	300,73	462744726	529091	34897800	612002893	308322903	233727898	47,2	35,8	8,7	10,1	9,5	5811731277	2689263062	2352791936	46,8	40,9	70000	7119043
1866	898,35	321,02	481896731	541437	38049367	604247987	308037979	230930103	48,9	36,7	8,6	10,6	9,6	5826086206	2662482861	2451943892	46,3	42,6	64807	7029322
1867	953,94	350,54	520439652	549795	38766866	731774363	351382143	285523813	45,8	37,2	8,9	10,9	9,6	7024506124	3138050672	3100099655	45,4	44,8	69047	8004343
1868	1344,29	483,90	724286613	540795	56588244	922971096	409332974	416412096	42,3	43,1	[.. 10,1 ..]		10,2	9390073138	[... 8345292275 ...]		[.. 89,9 ..]		71178	7484482
1869	1370,25	503,99	759032723	552072	61949816	1025052464	435947922	455966369	40,8	42,7	[.. 9,9 ..]		9,8	10026804540	[... 8627617803 ...]		[.. 89,5 ..]		71637	7727979
1870	1465,76	540,01	799154698	553067	66446297	1043794651	431349685	465999187	40,7	43,9	[.. 10,6 ..]		10,3	10740502289	[... 9468966811 ...]		[.. 91,0 ..]		71520	7969945
1871	1635,52	579,98	846255420	549534	75958444	1240348190	[... 1064045388 ...]		[.. 85,8 ..]		[.. 10,6 ..]		10,3	12741527463	[.. 11245889857 ...]		[.. 91,2 ..]		75447	8610747
1872	1716,42	651,35	927469694	568418	86442679	1485872648	[... 1273446382 ...]		[.. 82,4 ..]		[.. 10,52 ..]		10,04	14684121192	[.. 13258954055 ...]		[.. 90,3 ..]		75675	9348888

2. Betriebs-Einnahmen und Ausgaben der Preufsischen Eisenbahnen vom Jahre 1841 bis einschl. 1872.

Anlage 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Jahr	Betriebslänge der Bahnen im mittleren Jahresdurchschnitt	Die Einnahmen haben betragen: aus dem Personenverkehr und der Gepäck-Ueberfracht	aus dem Personenverkehr: pro Meile Bahnlänge	aus dem Güterverkehr, dem Vieh- und Equipagentransport	aus dem Güterverkehr: pro Meile Bahnlänge	an sonstigen Einnahmen	Gesammt-Einnahme überhaupt	Gesammt-Einnahme pro Meile Bahnlänge	Gesammt-Einnahme pro Nutzmeile	Gesammt-Einnahme für jede eine Meile bewegte Wagenachse	Gesammt-Einnahme pro Centner und Meile Nettolast	Einnahme aus dem Güterverkehr incl. Viehtransport: davon entfallen auf Kohlen und Koks	davon entfallen auf Frachtgut der ermäfsigten Klassen	davon kommen in pCt. auf Kohlen und Koks	davon kommen in pCt. auf Frachtgut der ermäfsigten Klassen	durchschnittlich ist eingekommen für jeden geförderten Ctr.: Kohlen und Koks (excl. Nebenerträge)	Frachtgut der ermäfsigten Klassen (excl. Nebenerträge)	durchschnittlich für alle Klassen (excl. Nebenerträge)	die Einnahme pro Ctr. und Meile beträgt: Kohlen und Koks (excl. Nebenerträge)	Frachtgut der ermäfsigten Klassen (excl. Nebenerträge)	durchschnittlich für alle Klassen (excl. Nebenerträge)	Die Ausgaben haben betragen im Ganzen	Ausgaben pro Meile Bahnlänge	Ausgaben pro Nutzmeile	Ausgaben in Procenten der Gesammt-Einnahme	Die zu Zinsen und Dividenden verwendeten Beträge geben eine Durchschnittsrente für das Anlagekapital von
	Meilen	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Thlr.	pCt.	pCt.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Pf.	Pf.	Pf.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	pCt.	pCt.
1841	28,59	495061	17313	160565	5615	13290	668916	23394	10,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5	351427	12291	5,68	52,54	—
1842	55,43	1191960	21504	438798	7916	37981	1668739	30105	10,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,3	895099	16148	5,60	53,64	—
1843	75,64	1594369	21079	860443	11376	50458	2505270	33122	11,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,0	1176891	15559	5,22	46,98	—
1844	115,54	2299091	20108	1155500	10106	80103	3534694	30914	10,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,84	1838128	16076	5,2	52,0	—
1845	126,57	2315479	19881	1252020	10750	107249	3674748	31551	10,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,12	1920465	16489	5,3	52,3	—
1846	183,42	2245457	19238	1555116	13324	92428	3893001	33354	10,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,40	2047769	17545	5,5	52,6	—
1847	287,25	3859930	16288	3404638	14413	235305	7499873	31648	9,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,04	3968654	16747	5,1	52,9	—
1848	335,84	4604059	15085	4007723	13131	276470	8888252	29121	8,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,04	5055417	16564	5,0	56,9	—
1849	369,35	5297469	14577	5064897	13937	420630	10782996	29672	9,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,68	5460954	15027	4,6	50,6	—
1850	385,28	6314544	16708	6154613	16285	535257	13004414	34409	10,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,32	6193174	16387	4,8	47,6	—
1851	404,12	6604271	17405	7048227	18575	629238	14281736	37638	10,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,32	6656112	17542	5,0	46,6	—
1852	430,78	6748246	17514	9005199	23372	736832	16540277	42928	10,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,96	7757405	20133	5,0	46,9	—
1853	476,65	7159961	17851	10606164	26444	804758	18550883	46302	9,87	8,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,71	9050178	22564	5,2	49,6	—
1854	490,68	8160243	16814	14266752	29227	997624	23424619	47873	10,64	7,45	—	—	—	—	—	—	—	2,8	—	—	3,51	12853446	26269	5,8	54,9	—
1855	491,87	8513307	17329	17336463	35193	1126683	26976453	54699	11,0	8,7	—	—	—	—	—	—	—	2,7	—	—	3,5	15319617	31063	6,2	56,8	—
1856	517,04	9872205	19205	18880739	36730	1494905	30247849	58842	11,35	8,82	—	—	—	—	—	—	—	2,6	—	—	3,4	17539020	34117	6,8	58,0	4,95
1857	578,44	11132959	19997	21715816	38912	1829244	34678019	61839	12,3	8,6	4,77	—	—	—	—	—	—	2,6	—	—	3,3	20068707	53923	7,1	57,9	5,16
1858	616,26	11279669	18309	21541734	34880	2143068	34964471	56343	11,8	8,5	4,95	—	—	23,3	37,1	—	—	2,5	—	—	3,3	20666622	33303	7,0	59,1	4,78
1859	645,28	11227316	17779	20410454	32252	2057527	33695297	53013	11,9	8,8	5,01	3717987	6256905	[.. 56,4 ..]		[.. 1,7 ..]		2,5	[.. 2,7 ..]		3,4	18674348	29480	6,5	54,4	4,39
1860	718,58	12796791	17768	23709877	32860	2180170	38686838	53278	12,0	8,8	4,90	4521970	7803887	[.. 58,5 ..]		[.. 1,7 ..]		2,3	[.. 2,7 ..]		3,4	19832351	27487	6,2	51,3	4,64
1861	749,24	13813309	18470	27147894	36234	2624712	43585915	57819	12,6	9,0	4,68	5669720	11112161	21,1	41,4	1,1	2,5	2,4	2,0	3,0	3,2	22098558	29495	6,4	50,7	5,07
1862	792,11	15055740	19040	32088669	40479	3279958	50424367	63271	12,6	8,8	4,33	6989454	14060734	22,0	44,2	1,1	2,5	2,3	1,8	2,8	3,0	24637367	31103	6,2	48,9	4,85
1863	804,94	16220442	20151	33537628	41593	3443862	53201932	65607	12,4	8,6	4,07	8358650	13703422	25,2	41,2	1,2	2,3	2,1	1,8	2,7	2,7	27430291	34019	6,4	51,6	5,26
1864	844,39	17598823	20877	38106363	45017	4211540	59916726	70566	12,5	8,7	3,87	10389934	14953854	27,7	39,8	1,2	2,2	2,1	1,7	2,6	2,7	29455290	34879	6,2	49,2	5,68
1865	862,87	18393752	21317	42589604	49279	4388737	65372093	75240	12,8	8,7	3,67	12401658	16972286	29,3	40,2	1,2	2,2	2,0	1,7	2,6	2,6	31952433	36971	6,2	48,9	5,98
1866	888,77	19356352	21779	44659774	50168	4878912	68895038	76996	12,5	8,5	3,76	12010731	17544020	28,4	41,5	1,2	2,3	2,1	1,6	2,6	2,6	36323464	40804	6,6	52,7	5,75
1867	929,99	19584734	21059	48696520	52283	5487391	73768645	78813	12,3	8,3	3,43	13074937	21979357	27,3	45,8	1,1	2,3	2,0	1,5	2,6	2,4	40135877	43091	6,7	54,4	5,54
1868	1318,56	26596862	20209	63497682	48157	6838198	96932742	73514	11,8	8,2	3,39	15862763	30015678	25,2	47,7	1,2	2,2	2,0	[.. 2,0 ..]		2,3	52489891	39808	6,4	54,1	5,51
1869	1362,13	28540083	20879	67407425	49313	7347680	103295188	75568	11,8	8,2	3,39	16702408	31223332	25,0	46,7	1,1	2,1	2,0	[.. 2,0 ..]		2,3	53825126	39457	6,1	52,1	5,67
1870	1434,67	31945331	22251	73882974	51411	7800672	113628977	79068	12,2	8,2	3,40	17136159	31405841	25,9	47,4	[.. 1,7 ..]		2,0	[.. 1,9 ..]		2,3	59130267	41146	6,3	52,0	5,88
1871	1576,73	37539121	23961	84806513	53813	9916103	132261737	83925	12,9	8,9	3,36	19276929	37375026	24,8	47,9	[.. 1,7 ..]		2,0	[.. 1,9 ..]		2,2	71996248	45684	7,0	54,4	6,07
1872	1684,6	38299237	22763	94574044	56138	11348706	144221987	85613	12,0	9,75	3,15	21995680	40389977	26,1	47,9	[.. 1,6 ..]		1,9	[.. 1,9 ..]		2,2	87857433	52155	7,33	60,9	5,54

Anlage 3.

3. Leistungen der Locomotiven auf den Preufsischen Eisenbahnen vom Jahre 1841 bis einschl. 1872.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Jahr	Betriebslänge der Bahnen im mittleren Jahresdurchschnitt	Anzahl der vorhandenen Locomotiven		Anzahl der zurückgelegten Nutzmeilen		Anzahl der geförderten Achsmeilen		Die geförderte Bruttolast incl. Locomotiven und Tender beträgt für jede bewegte Gepäck- und Güterwagenachse	Kosten der Locomotivfeuerung		Reparaturkosten pro Nutzmeile	Die Ausgaben für Schmier- und Putzmittel betragen pro Nutzmeile	Die Gesammtkosten für Unterhaltung und Reparatur berechnen sich		Die Kosten der Zugkraft betragen			Die Gesammt-Einnahmen aus dem Personen- und Güter-Verkehr haben betragen	Hiervon entfallen durchschnittlich pro Locomotive
		im Ganzen	pro Meile Bahnlänge	im Ganzen	für jede im Dienst gewesene Locomotive durchschnittlich	im Ganzen	davon für Gepäck- und Güterwagen (incl. Arbeitswagen)		pro Nutzmeile	pro Wagenachsmeile			pro Nutzmeile	pro Wagenachsmeile	pro Nutzmeile	pro geförderte Wagenachsmeile	pro Centner und Meile Nettolast		
	Meilen	Stück	Stück					Ctr.	Sgr.	Pf.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Pf.	Sgr.	Pf.	Pf.	Thlr.	Thlr.
1841	28,59	38	1,3	61897	1629	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	655626	17253,3
1842	55,43	76	1,3	159902	2104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1630758	21457,3
1843	75,64	104	1,2	225511	2168	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2454812	23604,0
1844	115,54	142	1,2	351850	2478	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3454591	24328,1
1845	126,57	161	1,3	363896	2260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3567499	22158,4
1846	183,42	141	1,2	372541	2642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3800573	26954,4
1847	287,25	303	1,3	777034	2564	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7264568	23975,5
1848	335,84	416	1,3	1002784	2411	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8611782	20701,4
1849	369,35	468	1,3	1180710	2523	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10362366	22141,8
1850	385,28	498	1,3	1297444	2605	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12469157	25038,5
1851	404,12	523	1,4	1330774	2545	—	34369877	—	—	—	12,18	—	—	—	—	—	—	13652498	26104,2
1852	430,78	554	1,4	1563487	2822	—	54673795	—	—	—	11,83	—	—	—	—	—	—	15753445	28435,8
1853	476,65	633	1,6	1789051	2826	66831417	54287082	59,3	17,2	5,2	11,7	—	15,3	5,8	—	—	—	17766125	28066,6
1854	490,68	797	1,6	2201150	2762	80876416	65273425	64,1	20,84	—	13,10	—	—	—	—	—	—	22426995	28139,3
1855	491,87	876	1,8	2456622	2804	92922702	76458361	65,8	23,1	7,3	12,1	4,5	16,6	5,4	—	—	—	25849770	29508,9
1856	517,04	974	1,8	2677949	2750	102924086	83985548	65,6	24,15	—	13,5	4,64	18,12	5,65	—	—	—	28752944	29520,5
1857	578,44	1098	1,9	2833568	2688	121393618	99680188	71,7	23,0	6,6	13,3	5,0	18,3	5,3	52,1	15,3	0,7	32848775	29916,9
1858	616,26	1196	1,9	2967587	2523	122998551	99519778	71,1	22,3	6,4	14,2	4,8	19,0	5,5	53,5	15,4	0,7	32821403	27442,6
1859	645,28	1259	1,9	2899758	2395	114919835	91853972	72,3	18,3	5,5	13,7	4,7	18,4	5,5	48,3	14,4	0,70	31637770	25129,3
1860	718,58	1362	1,9	3236921	2488	132083707	105966438	73,7	15,5	4,5	12,1	4,4	16,5	4,9	44,9	13,2	0,61	36506668	26803,7
1861	749,24	1440	1,9	3466795	2511	145668088	117589662	76,4	13,4	3,8	12,1	4,3	16,4	4,7	42,4	12,2	0,53	40961203	28445,3
1862	790,73	1513	1,9	3997272	2677	172137373	141571299	77,9	12,1	3,4	12,4	4,3	16,7	4,6	40,5	11,2	0,46	47144409	31159,6
1863	804,94	1616	2,0	4288039	2716	184473714	150343950	80,1	11,5	3,2	12,2	4,5	16,7	4,7	39,7	11,0	0,43	49758070	30766,2
1864	844,39	1725	2,0	4786697	2844	206980659	168652655	82,1	12,0	3,3	11,6	4,2	15,8	4,4	39,8	11,0	0,41	55705186	32292,9
1865	862,87	1831	2,1	5126383	2882	226482949	186473255	84,0	12,1	3,3	11,0	4,2	15,2	4,1	38,6	10,5	0,37	60983356	33306,0
1866	888,77	1989	2,2	5512098	2811	242616826	199443931	83,5	12,9	3,5	10,3	4,4	14,7	4,0	41,8	11,1	0,410	64016126	32185,1
1867	929,99	2205	2,3	5989561	2736	265570528	219672005	86,2	13,0	3,5	11,1	4,2	15,2	4,1	43,4	11,8	0,40	68281254	30966,6
1868	1318,56	3040	2,2	8217809	2732	354043427	289517241	88,7	13,0	3,6	10,7	3,9	14,5	4,0	40,2	11,2	0,39	90094544	29636,4
1869	1362,13	3249	2,4	8773584	2694	375781342	305948944	88,5	13,0	3,6	10,1	3,7	13,9	3,9	39,6	11,1	0,38	95947508	29531,4
1870	1434,67	3485	2,4	9371099	2707	414433010	340575832	87,7	14,4	3,9	10,2	4,0	14,2	3,8	42,8	11,6	0,40	105828305	30366,8
1871	1576,73	3881	2,4	10293962	2650	445582110	362052933	91,5	16,9	4,7	10,9	4,3	15,2	4,2	47,0	13,0	0,41	122345634	31524,3
1872	1684,6	4335	2,55	12025103	2770	515865324	421944126	91,0	19,5	5,25	12,0	4,3	15,2	4,2	49,5	14,25	0,45	132873281	30651,3

Anlage 4.

4. Leistungen der Güterwagen auf den Preufsischen Eisenbahnen im Jahre 1841 bis einschl. 1872.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Jahr	Betriebs-Bahnlänge	Anzahl der Güterwagen				Anzahl sämmtlicher Lastwagenachsen einschl. Gepäck-, Pferde-, Vieh- und Arbeitswagen		Ladungsfähigkeit				Kosten der Neubeschaffung incl. Achsen und Räder sämmtlicher Wagen			Von eigenen und fremden Wagen sind auf der Bahn Achsmeilen durchlaufen excl. Postwagen		Jede Achse hat durchschnittlich durchlaufen	Jede bewegte Achse war durchschnittlich belastet	In Procenten der Maximal-Relastung wurde Nettolast befördert	Die gesammten Reparaturkosten excl. Neubeschaffung betragen			Die Kosten für Schmier- und Putzmittel betragen pro Achsmeile	Die Einnahmen aus dem Güter-Verkehr, dem Vieh- und Equipagen-Transport haben betragen	Hiervon entfallen durchschnittlich pro Achse
		bedeckte	offene	Anzahl der Achsen				Güterwagen		sämmtlicher Wagen															
				im Ganzen	pro Meile Bahnlänge	im Ganzen	pro Meile Bahnlänge	bedeckte im Ganzen	offene im Ganzen	im Ganzen	pro Meile Bahnlänge	im Ganzen	pro Meile Bahnlänge	durchschnittlich pro Achse	im Ganzen	pro Meile Bahnlänge				pro Achse	pro Achse und Meile	pro Centner und Meile			
	Meilen	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Anzahl	Anzahl	Meilen	Ctr.	pCt.	Thlr.	Pf.	Pf.	Pf.	Thlr.	Thlr.
						[Wagen]																			
1841	28,59	327		—	—	327	11,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160565	245,5
1842	55,43	566		—	—	566	9,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	438798	387,6
1843	75,64	993		—	—	993	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	860443	433,3
1844	115,54	1351		—	—	1351	11,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1155500	427,7
1845	126,57	1512		—	—	1512	12,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1252020	414,0
1846	183,42	1504		—	—	1504	12,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1555116	517,0
1847	287,25	2723		—	—	2723	11.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3404638	625,2
1848	335,84	4984		—	—	4984	16,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4007723	402,1
1849	369,35	6015		—	—	6015	16,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5064897	421,0
1850	385,28	6825		—	—	6825	18,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6154613	450,9
						[Achsen]																			
1851	404,12	7547		18123	45,87	18123	45,87	—	—	797809	2101	6575030	16973	379,25	34369877	90495	1909	—	41,6	18,687	3,466	0,190	—	7048227	388,9
1852	430,78	8487		20239	51,92	20239	51,92	—	—	908142	2356	7960103	20834	409,34	44034589	114256	2178,4	—	44,02	19,28	3,19	0,162	—	9005199	444,9
1853	476,65	11275		26780	55,2	26780	55,2	—	—	1253233	2586	9711958	21394	397	53628769	111581	2013	20,7	44.2	20,0	3,6	0,2	—	10606164	396,1
1854	490,68	13128		29994	61,6	29994	61,6	—	—	1546580	3150	—	—	—	65273425	134061	2107	23,1	46,3	—	—	—	—	14266752	475,7
1855	491,87	5041	9055	32906	66	37178	74,6	—	—	1907128	3826	13761542	31225	456	76458361	155630	2004	23,5	45,9	20,3	3,6	0,2	1,2	17366463	466,3
1856	517,04	6102	11000	39385	76	43527	79,86	—	—	2392118	4389	16635049	35433,8	472	83985548	162231	1932	24,23	44,1	21,2	3,95	0,16	1,23	18880739	433,8
1857	578,44	7031	12079	43575	73,1	47770	80,1	893173	1646674	2727673	4573	21719645	38158	474	99680188	172327	2042	24,7	43,3	24,3	4,3	0,2	1,1	21715816	454,6
1858	616,26	7189	12887	45369	72,2	49850	79,3	906628	1783981	2889613	4599	23922836	38074	480	99519778	161490	1963	24,0	41,4	26,9	4,9	0,2	0,9	21541734	432,1
1859	645,28	7199	13460	46513	69,1	51486	76,5	928916	1898912	3054736	4538	25004193	37151	486	91853972	143810	1780	24,6	41,5	19,5	4,0	0,20	0,80	20410454	396,4
1860	718,58	7726	14344	49448	66,6	54961	74,0	1017127	2102740	3386981	4561	27008916	36372	491	105966438	147467	1911	25,3	40,8	16,8	3,2	1,12	0,66	23709877	431,4
1861	749,24	8183	16240	54267	69,8	59958	77,1	1082792	2477295	3841645	4939	29402041	37817	490	117589662	157226	1984	26,9	42,1	16,2	2,9	0,11	0,58	27147894	452,8
1862	792,11	9270	19478	62981	78,8	68849	86,1	1282847	3172960	4751439	5944	33930125	42444	493	141571299	179039	2072	28,2	40,9	17,0	3,0	0,11	0,60	32088669	466,1
1863	804,94	10141	21355	68534	84,5	74697	92,1	1472795	3613741	5403383	6663	37238958	45926	499	150374781	186814	2015	29,7	41,1	18,3	3,3	0,11	0.55	33537628	449,0
1864	844,39	10853	23206	73558	87,3	79992	94,9	1623041	4032478	5997051	7110	39828209	47246	498	168652655	200064	2142	31,4	41,9	18,1	3,0	0,10	0,46	38106363	476,4
1865	862,87	11804	26929	81053	92,5	87754	100,2	1748847	4638418	6775186	7735	42486108	49691	496	186473255	217086	2131	32,9	42,6	19,1	3,2	0,10	0,48	42589604	485,3
1866	888,77	12170	29958	89534	100,0	96402	107,6	1827116	5443106	7651207	8725	46597230	52452	485	199443931	226225	2069	31,3	39,3	17,1	3,0	0,09	0,50	44659774	463,3
1867	929,99	13766	33542	99696	104,7	107810	113,2	2214230	6207909	8885090	9333	53433950	56129	496	219814704	236363	2085	33,9	41,1	19,9	3,4	0,10	0,45	48696520	451,7
1868	1318,56	19495	41325	127389	94,1	138393	102,2	3213197	7582083	11419345	8437,6	68594369	50684	496	289517241	219976	2150	34,0	41,2	19,9	3,3	0,10	0,40	63497682	458,8
1869	1362,13	20998	43896	135369	98,3	146943	106,7	3535884	8127958	12327424	8954	72327417	52534	492	305948944	222221	2130	34,4	41,0	17,1	2,9	0,09	0,35	67407425	458,7
1870	1434,67	22429	48838	147869	100,7	159875	108,8	3820670	9117916	13643651	9288	77738305	52920	486	340575833	237390	2130	33,6	39,4	16,5	2,8	0,08	0,41	73882974	462,1
1871	1576,73	24847	55089	165137	100,5	178803	108,9	4286127	10486702	15586585	9492	86281265	52545	483	362042933	229616	2046	37,3	42,8	17,0	3,0	0,08	0,43	84806513	474,3
1872	1684,6	29146	64530	192495	112,5	208116	122,25	5129086	12489985	18590186	10830	99831380	58162	480	420610751	249600	2009	37,5	42,0	19,3	3,0	0,08	0.43	94574044	454,4

Entstehung der Eisenbahn entladen, ohne Rücksicht darauf, dafs sich inzwischen der Arbeitslohn verdoppelt, der Preis des Fuhrwerks auf das Zwei- und Mehrfache erhöht hat.

Wird aufserdem in Betracht gezogen, dafs durch die allgemeine Erhöhung der Tragfähigkeit von 100 Ctr. aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens auf 200 Ctr. die Höhe der Wagenkasten wesentlich vergröfsert worden ist, so wird sogar zugegeben werden müssen, dafs die Entladung der Wagen, welche fast überall durch Handarbeit mit der Schaufel geschieht, im Laufe der Zeit noch erschwert resp. verlangsamt worden ist.

Dafs in Betreff der zweckmäfsigen Ausnutzung der Güterwagen die rasche Entladung derselben von der gröfsten Wichtigkeit sei, ist längst allgemein anerkannt.

Schon seit einer Reihe von Jahren ist daher auch dieser Angelegenheit allgemein und eingehend Aufmerksamkeit zugewandt worden, zunächst allerdings nur in der Richtung, dafs das Publikum durch eine Beschränkung der Entladefrist auf 12 und seit etwa 2 Jahren auf 6 Stunden, zu einer möglichst raschen Entladung angehalten wurde.

Es ist jedoch eine genügend bekannte Erfahrung, dafs alle Versuche, die Entladungsfrist der Wagen auf 6 Stunden zu beschränken und zwar sowohl für die auswärts wohnenden Adressaten, wie für die am Stationsort ansässigen, in einzelnen Fällen wohl noch weiter zu vermindern, für die mehr gebrauchte Zeit aber eine Strafmiethe von 15 Sgr. pro Achse und für jede angefangenen 6 Stunden zu erheben, ungeachtet der, soweit als thunlich schon vor Ankunft der Wagenladungen auf der Empfangsstation stattfindenden Avisirung keinen durchgreifenden Erfolg gehabt haben. Abgesehen von solchen Transporten, welche industrielle, im Besitz von Schienenverbindung befindliche Etablissements, die stets genügende Arbeitskräfte zur Hand haben, empfangen, ist es auch zum grofsen Theil gar nicht möglich, diese Entladungsfristen inne zu halten, weil in den meisten Fällen erst nach Ankunft der Kohlen auf der Empfangsstation der Empfänger benachrichtigt werden kann, das Entladen der Kohlen in der gewöhnlichen Weise, wobei alle Kohlen mittelst der Schaufel aus dem Eisenbahnwagen in das Landfuhrwerk geworfen werden müssen, für je 200 Ctr. ungefähr 2 Stunden in Anspruch nimmt, und weil endlich der Transport einer Ladung Kohlen von 200 Ctr. gewöhnlich 4 zweispännige Landfuhrwerke erfordert, die nur in seltenen Fällen gleichzeitig zur Stelle sind, vielmehr meistens nur ein Fuhrwerk die Abfuhr der Kohlen für einen Eisenbahnwagen besorgt.

Da diese Verhältnisse in der Natur der Sache begründet sind, so wird die Festsetzung kürzerer Entladungsfristen, sowie die Erhebung von Strafmiethe bei Ueberschreitung derselben vom Publikum als eine Unbilligkeit angesehen, gegen die Einziehung der Strafmiethen reclamirt, dieselben auch meist aus Rücksicht auf die thatsächlichen Verhältnisse niedergeschlagen und somit der beabsichtigte Zweck doch nicht erreicht.

Für den, den Verhältnissen ferner Stehenden mag es eine Sache von untergeordneter Bedeutung sein, ob die Zeit von der Ankunft des beladenen bis zum Abgange des entleerten Wagens wie bisher gewöhnlich einen Tag in Anspruch nimmt, wie dies z. B. auf der Station Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ungeachtet der Voraussendung der Begleit-Papiere und Avisirung der Kohlen einen Tag vorher der Fall ist, oder ob diese Zeit bei beschleunigter Entladung auf nur $1^1/_2$ — 3 Stunden, d. h. auf die aus Rücksichten des Betriebes selbst bei einer gröfseren Transportlänge erforderliche Aufenthaltszeit zwischen der Ankunft und Abfahrt eines Lastzuges beschränkt werden kann.

Wenn jedoch erwogen wird, dafs im Jahre 1872 auf sämmtlichen Preufsischen Eisenbahnen, wie schon erwähnt, 1273446382 Ctr. Kohlen und Koks und Frachtgut der ermäfsigten Klassen ($82,_4$ % der gesammten Gütermasse) und davon allein auf den Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen 357103247 Ctr. Kohlen und Koks befördert worden sind, und nach Abzug der auf die ausländischen Eisenbahnen übergegangenen und der in den Häfen verschifften Kohlen (von den am Rhein und an seinen Nebenflüssen gelegenen Kohlenhäfen sind nur Ruhrort und Saarbrücken mit ausgedehnten Sturzbahnen zur Entladung der Kohlenwagen versehen) der überwiegende Theil des ganzen beförderten Kohlenquantums nur mittelst Handarbeit zur Entladung kommt, wenn ferner erwogen wird, dafs die in Preufsen vorhandenen offenen, vorzugsweise zum Kohlentransport verwendeten Güterwagen 64530 Achsen zählen, deren Beschaffungskosten sich auf ca. 31 Millionen Thaler belaufen, und dafs die Zahl der von jeder Achse zurückgelegten Meilen im Durchschnitt aller Bahnen im Jahre 1872 nur 2009 Meilen oder nur etwa $5^1/_2$ Meilen pro Tag beträgt, in welchen Zahlen auch die von den Wagen in nicht beladenem Zustande durchlaufenen Meilen eingeschlossen sind, wenn endlich in Betracht gezogen wird, dafs vorzugsweise von der Abkürzung des Aufenthaltes*) der Wagen auf der Be- und Entlade-Station eine bessere Ausnutzung der Wagen und damit eine Ermäfsigung der Tarife resp. der Expeditionsgebühr, besonders für kürzere Entfernungen abhängt, dann dürfte unter den gegenwärtigen Verhältnissen und besonders mit Rücksicht auf den enormen Aufschwung des Steinkohlen-Bergbaues in Preufsen, der, wie die in den später folgenden Anlagen enthaltene vergleichende Uebersicht der Steinkohlenförderung in Grofsbritannien und Irland, sowie in Preufsen für die Zeit vom Jahre 1860 bis 1872 ergiebt, noch in erheblich rascherer Progression sich entwickelt hat, als in dem die reichste Kohlenausbeute liefernden Lande der Welt, nunmehr auch die Nothwendigkeit, auf diesem Gebiete Verbesserungen einzuführen, anzuerkennen sein.

Das Bestreben, eine günstigere Ausnutzung der Wagen in Bezug auf den kürzeren Aufenthalt auf den Be- und Entladestationen zu erreichen, ist bisher nur auf den Belade-(Gruben-) Stationen dem überhaupt zu erreichenden Ziel nahegebracht worden, indem den Kohlengruben nur eine

*) Bei dem Kohlenverkehr von Oberschlesien nach Berlin auf ca. 72 Meilen Entfernung beträgt

die Fahrtdauer von Station Königshütte bis Berlin	36	Stunden,
desgl. zurück	36	-
Ladefrist auf der Grube	8	-
Aufenthalt in Berlin	22	-
Summa . .	102	Stunden.

Es beträgt daher, ungeachtet die Begleitpapiere von Breslau aus mit einem Courierzuge vorausgeschickt werden, und die Avisirung der Kohlen in Berlin am Tage vor dem Eintreffen der Kohlen selbst erfolgt, der Aufenthalt der Kohlenwagen auf der Entladestation Berlin mehr als $^1/_5$ des ganzen Turnus. Welche Vortheile durch die Abkürzung dieses Aufenthaltes mit Rücksicht auf etwaige Zugverspätungen auf etwa $^1/_4$ bis $^1/_6$ dieser Zeit für die Ausnutzung des Wagenparks und in Betreff der geringeren Inanspruchnahme der Geleisanlage resp. gröfseren Leistungsfähigkeit derselben zu erwarten sind, wird keiner weiteren Begründung bedürfen.

thunlichst kurze Frist zur Entladung gewährt, und dieselben dadurch zu einem zweckmäfsigen und raschen Verfahren veranlafst werden, andererseits in den meisten Kohlenrevieren über die Wagenbeistellung seitens der verschiedenen Bahnen derartige Vereinbarungen getroffen sind, dafs in Betreff der Beladung der Wagen nach den verschiedenen Verkehrsrichtungen soweit als zulässig gestattet wird, von den Eigenthumsverhältnissen der Wagen Abstand zu nehmen — eine Einrichtung, die wesentlich dazu beiträgt, den Rangirdienst zu vermindern, und die Zwischenzeit zwischen der Ankunft der leeren, und dem Abgange der beladenen Wagen abzukürzen.

Was dagegen die Entladung betrifft, so ist die dafür erforderliche Zeit in erster Reihe von der Einrichtung der Wagen selbst abhängig. Dieser so in die Augen fallende Gesichtspunkt hat, wie auf den Eisenbahnen des Continents überhaupt, so auch auf den Preufsischen Eisenbahnen bisher nicht genügende Berücksichtigung gefunden. Die überwiegende Anzahl unserer offenen, zum Kohlentransport dienenden Wagen zeigen in Betreff der Entladung fast die gleiche Einrichtung wie in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens, nur dafs durch die im Laufe der Zeit eingetretene Erhöhung der Tragfähigkeit von 80 Ctr. auf 200 Ctr. und darüber und durch die damit in Verbindung stehende Erhöhung des Wagenkastens das Entladen noch mehr erschwert worden ist, während gleichzeitig durch die fast auf das Doppelte gestiegenen Löhne die Kosten der Entladung entsprechend gewachsen und bei dem so häufigen Mangel an Arbeitskräften das Entladungsgeschäft noch mehr erschwert worden ist. Alle diese Schwierigkeiten lassen sich in der einfachsten Weise dadurch beseitigen, dafs die Kohlenwagen mit Einrichtung zur Selbstentladung versehen werden.

Einrichtung der Kohlenwagen zur Selbstentladung.

Auf den englischen Bahnen, die in Folge des schon früher entwickelten Eisenbahnverkehrs, und des noch höheren Werths des Grund und Bodens, wie der Arbeitslöhne, schon eher gezwungen worden sind, den Nutzeffect ihrer Bahnanlagen zu steigern, die Handarbeit durch mechanische Einrichtungen zu ersetzen, und die uns daher in jeder Beziehung, wo es gilt, Zeit und Handarbeit zu sparen, als Vorbild dienen können, sind die zum Transport von Kohlen, Erzen etc. dienenden offenen Güterwagen aufser den Seitenthüren allgemein mit 2 Bodenklappen in ähnlicher Weise wie Blatt 63 zeigt, versehen, um unter Benutzung dieser 4 Oeffnungen die Entladung zu beschleunigen.

Auf den Preufsischen Eisenbahnen sind, abgesehen von den für den allgemeinen Verkehr wohl nicht in Betracht kommenden, auf Blatt 64 dargestellten Trichterwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit der Saarbrücker Eisenbahn und der älteren hölzernen Trichterwagen zu 100 Ctr. Tragfähigkeit, welche vorzugsweise für den Kohlenverkehr einzelner weniger Firmen nach den Ruhrhäfen dienen, nur die offenen Güterwagen der Nassauischen Eisenbahn*) mit Rücksicht auf den ausgedehnten Erztransport nach Oberlahnstein, sowie ein Theil der Kohlenwagen der Saarbrücker Eisenbahn mit Rücksicht auf den Kohlentransport nach der Saar mit Bodenklappen versehen.

Da die Construction dieser Wagen, deren Einrichtung im Uebrigen von der allgemein üblichen wenig abweicht, aus Blatt 64 ersichtlich ist, so glauben wir nur noch ausdrücklich hervorheben zu sollen, dafs durch die Anbringung der beiden Klappen in dem Wagenboden die Verwendung dieser Wagen aufser für Kohlen, Erze etc. auch noch für den allgemeinen Güterverkehr in keiner Weise beeinträchtigt wird, wie dies die langjährigen Erfahrungen der Nassauischen Eisenbahn darthun.

Da im Uebrigen auch durch die Anbringung der Bodenklappen weder die Stabilität der Wagen beeinträchtigt, noch auch das Eigengewicht der Wagen wie die Anschaffungskosten derselben in nennenswerther Weise vermehrt werden, so werden wir wohl nicht irren, wenn wir die auffallende Erscheinung, dafs die grofsen Vortheile, welche die Anwendung der Bodenklappen für die leichtere und raschere Entladung darbietet, weniger auf sachliche Gründe, als auf vorgefafste Meinungen, sowie auch darauf zurückführen, dafs bisher diesem Gegenstande überhaupt nicht genügende Wichtigkeit beigelegt worden ist.

Neben der vorerwähnten, auf den englischen Eisenbahnen üblichen, sowie auch auf der Nassauischen und Saarbrücker Eisenbahn eingeführten Einrichtung der offenen Güterwagen mit 2 Bodenklappen und je einer 2flügeligen Thür in der Längenwand des Wagenkastens, bei welcher Einrichtung aufser der gewöhnlichen Seiten-Entladung auch noch eine senkrechte Entladung stattfindet, begegnen wir auf den Oesterreichischen Bahnen, insbesondere aber auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn einer Anordnung der Kohlenwagen, bei welcher zwar die Bodenklappen fehlen und damit die Möglichkeit zur senkrechten Entladung nicht vorhanden ist, dagegen die Seitenentladung durch Anwendung von zwei grofsen, um eine horizontale Achse drehbaren Klappthüren in jeder Längenwand des Wagenkastens wesentlich erleichtert ist. Die Construction dieser Wagen, welche von den meisten österreichischen Eisenbahnen angenommen worden ist, dürfte aus Blatt 63 hinreichend ersichtlich sein; auf die Benutzung dieser Wagen für den Kohlenverkehr werden wir bei Gelegenheit der Besprechung der Bahnhofs-Anlagen näher eingehen.

Wenn nach dem Vorhergehenden, schon für den Kohlenverkehr im Allgemeinen, die Einrichtung der Kohlenwagen zur Selbstentladung eine Angelegenheit von grofser Tragweite ist, so tritt dieser Umstand bei den in grofsen Städten gelegenen Kohlenstationen mit ganz besonderer Schärfe hervor. In dieser Lage befindet sich die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn mit ihrer Station Berlin und den bereits vorhandenen resp. noch anzulegenden Stationen der Ringbahn, welche, abgesehen von der Stadtbahn, für die Folge wohl vorzugsweise dazu berufen sein wird, den Kohlenverkehr für Berlin und seine nächsten Umgebungen zu vermitteln. Mit welchen Zahlen in dieser Beziehung zu rechnen ist und welche Perspective ein Blick in die Zukunft gewährt, geht

*) Nach einer Mittheilung, welche wir der Kgl. Eisenbahn-Direction in Wiesbaden verdanken, besafs die Nassauische Eisenbahn im Jahre 1872 im Ganzen 1324 Stück offene Güterwagen, davon 1250 Stück zu Erz- und Kohlentransporten bestimmt und zu diesem Behufe mit Bodenklappen versehen. Es wird erwähnt, dafs sich der Gebrauch der Bodenklappen bei Erz- und Kohlentransporten sehr gut bewährt habe, während die Klappen die Benutzung der Wagen zu andern Transporten nicht beeinträchtigt und sich überhaupt keinerlei Uebelstände bei dieser Anordnung herausgestellt haben.

aus der untenstehenden Statistik*) über den Steinkohlenverkehr der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn hervor, wonach

im Jahre 1853 . . . 1335050 Ctr. Kohle,
- - 1863 . . . 7855755 - -
- - 1873 . . . 42751630 - -

befördert worden sind, der Kohlenverkehr sich also in den ersterwähnten 10 Jahren versechsfacht, in den letzten 10 Jahren mehr als verfünffacht hat, und im Jahre 1873 das 32fache des Jahres 1853 betrug.

Diese Erwägung — die Erfahrung, dafs Arbeitskräfte und Landfuhrwerk für die Entladung und den Transport der Kohlen immer schwieriger und mit immer steigenden Kosten zu beschaffen sind; die Nothwendigkeit, in Folge der erheblichen Preisschwankung der Kohlen grofse Massen derselben auf den Stationen für längere Zeit zu lagern, das Bedürfnifs, sowohl aus Rücksicht der Concurrenz wie selbst der Erleichterung des Strafsenverkehrs wegen die Stationen so nahe als thunlich dem Verkehrscentrum zu legen und den Strafsentransport abzukürzen, die Unmöglichkeit, auf dem bisherigen Wege ohne fortdauernde, bei dem so enorm gestiegenen Werth der Grundstücke, nur mit ganz übermäfsigen Kosten zu bewirkende Erweiterungen der Stationen dem in einer so starken Progression steigenden Verkehr zu genügen — alle diese Erwägungen gaben Veranlassung, für den Kohlenverkehr der Stadt Berlin, soweit derselbe zunächst durch die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn und die Stationen der Ringbahn vermittelt wird, Einrichtungen zu treffen, die voraussichtlich den höchsten Anforderungen einer ferneren Zukunft entsprechen.

Hierbei galt es zunächst, die Construction der Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, welche bisher für die Selbstentladung nur wenig, zum Theil fast gar nicht eingerichtet sind, den im Vorhergehenden erörterten Anforderungen gemäfs zu modificiren.

Zu diesem Behufe haben die Wagen nicht nur 2 Bodenklappen erhalten, sondern sie sind aufserdem, nach dem Muster der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, mit 2 Klappthüren in jeder Längenwand des Wagenkastens versehen, so dafs sich das Verhältnifs der Boden- und Seitenöffnungen ($5,_{470}$ □^{m}) zu den Umfassungswänden ($27,_{570}$ □^{m}) des Wagenkastens wie 1 : 5 verhält, — ein Verhältnifs, welches bisher von keiner Bahn erreicht worden ist, und welches es möglich macht, dafs derartig construirte Wagen, selbst wenn dieselben mit schwer zu entladenden grofsen Stückkohlen beladen sind, durch 4 Arbeiter in 10 Minuten ohne alle Schwierigkeiten entladen werden können.

Die Tragfähigkeit dieser Wagen, deren Construction aus Blatt 64 hervorgeht, ist abweichend von der sonst für die offenen Güterwagen der Niederschlesisch-Märkischen, sowie der Schlesischen Bahnen angenommenen Tragfähigkeit, welche, wie schon erwähnt, sehr verschiedene Werthe von 210 bis 300 Ctr. durchlaufen, zu 200 Ctr. angenommen, da ein Versuch, die Schlesischen Bahnen zu einer übereinstimmenden Tragfähigkeit von 250 Ctr. zu bestimmen, ohne Erfolg blieb, und daher mit Rücksicht auf die Vorurtheile, die jede, auch die zweckmäfsigste Aenderung des Bestehenden findet, Bedenken getragen wurde, die Einführung der vorgenannten Construction durch Annahme einer erhöhten Tragfähigkeit zu erschweren.

Das Eigengewicht der Wagen beträgt in Folge der Boden- und Seitenklappen ca. 103 Ctr.

Die Kosten dieser Wagen, von welchen bereits 300 Stück beschafft und noch 500 Stück bestellt sind, beträgt im Durchschnitt incl. Achsen und Räder 1025 Thlr.

Wenn auch mit Bezug darauf, dafs die Kohlenwagen mit Boden- und Seitenklappen erst im Laufe dieses Jahres nach und nach dem Betriebe übergeben worden sind, die damit gewonnenen Erfahrungen noch kein endgültiges Urtheil gestatten, so ist doch bereits, wie erwähnt, festgestellt worden, dafs die Einrichtung in Bezug auf die Leichtigkeit der Entladung nichts zu wünschen übrig läfst, während im Uebrigen in gleicher Weise wie auf der Nassauischen Eisenbahn die Anordnung der Klappen die Benutzung der Wagen zu anderen Transporten nicht beeinträchtigt hat.

Dafs die Vortheile dieser Wagen erst dann zur vollen Geltung kommen werden, wenn durch Anlage von Pfeiler- resp. Sturzbahnen die Entladung der Wagen nach der ihrer Construction zu Grunde liegenden Methode stattfinden kann, bedarf keiner weiteren Ausführung. Jedenfalls mufste mit der Aenderung in der Einrichtung der Kohlenwagen begonnen werden, bevor an die Anlage von Absturzvorrichtungen für den Kohlenverkehr Hand gelegt werden konnte.

Zum Schlufs können wir nicht unterlassen, in wenigen Worten auf die wichtige Stellung hinzuweisen, welche die Güterwagen im Haushalt der Eisenbahnen überhaupt einnehmen. Bis zum Schlufs des Jahres 1872 betrugen auf den Preufsischen Eisenbahnen die Ausgaben für die Beschaffung der Güterwagen einschliefslich Achsen und Räder 99831380 Thlr. oder $10,_{8}$ Procent des gesammten Anlage-Capitals von 927469694 Thlr.; diese Beschaffungskosten sind von 20834 Thlr. pro Meile Bahn im Jahre 1852 auf 58162 Thlr. im Jahre 1872 gestiegen, während sich das Anlagecapital pro Meile Bahnlänge von 399088 Thlr. auf 568418 Thlr. erhöht hat.

Dagegen zeigt der von der Einnahme aus dem Güterverkehr, dem Vieh- und Equipagentransport etc. auf jede Güterwagenachse entfallende Antheil eine auffallend geringe Zunahme.

*) Auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn sind an Oberschlesischen und Niederschlesischen Steinkohlen befördert worden:

Im Jahre	Ueberhaupt	Davon	
		für Station Berlin der Niederschles. Märkischen Eisenbahn	nach den Anschlufsbahnen resp. über Berlin hinaus
	Ctr.	Ctr.	Ctr.
1859	2724236,0	1267770,0	
1860	3249448,0	1560832,0	28252,0
1861	4170667,0	2094372,0	141447,0
1862	5852796,0	2820553,0	401938,0
1863	7855775,0	3843338,0	543780,0
1864	10754396,0	5281909,0	909084,0
1865	13587176,0	6705074,0	1169302,0
1866	12636811,0	6439751,0	1052085,0
1867	15346289,0	7595074,0	1286289,0
1868	18849131,0	8261906,0	1261838,0
1869	18633508,0	8729344,0	1633841,0
1870	22716710,0	9166352,0	1209296,0
1871	30706122,0	10649915,0	1934638,0
1872	32949009,0	11392263,0	2701814,0
1873	42751630,0	13428301,0	6266289,0

Wird in Tabelle 4, Colonne 26 das Jahr 1841 und 1842 aufser Acht gelassen, so ergiebt sich, dafs der vorerwähnte Antheil der Einnahme für jede Güterwagenachse in den 30 Jahren von 1843 bis 1872 nur von $433,_3$ Thlr. auf $454,_4$ Thlr. gestiegen ist, während der Durchschnitt während dieser 30 Jahre $452,_1$ Thlr. beträgt.

Finden auch hier dieselben Erwägungen Platz, welche wir bereits bei dem Erträgnifs der Locomotiven Seite 380 erwähnt haben, dafs nämlich durch die fortdauernde Ermäfsigung der Tarife in Verbindung mit der von Jahr zu Jahr immer überwiegender hervortretenden Beförderung der Kohlen, Erze und anderer niedrig tarifirter Massengüter der Durchschnittsertrag pro Centner und Meile von $7,_5$ Pf. im Jahre 1841 auf $2,_9$ Pf. im Jahre 1872 gesunken ist, während die Tragfähigkeit der Güterwagen von etwa 40 bis 45 Ctr. pro Achse auf durchschnittlich 100 Ctr. pro Achse erhöht worden ist, so wird doch aus dem Vorstehenden noch überzeugender hervortreten, von welcher Wichtigkeit die Erhöhung des Nutzeffectes der Güterwagen für die Oekonomie des Betriebes ist, und wie daher bei der immer mehr überwiegenden Beförderung niedrig tarifirter Massengüter und der Zunahme der Betriebskosten jeder Gewinn auf diesem Gebiete die ernsteste Beachtung verdient.

(Schlufs folgt.)

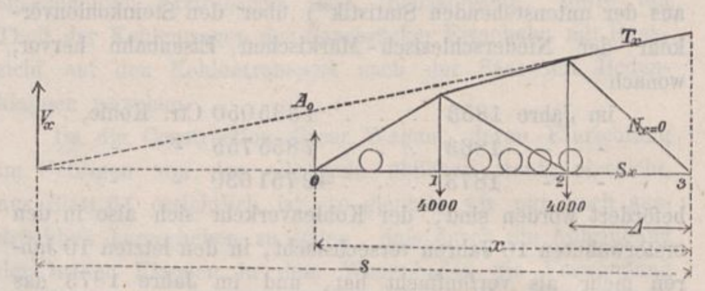
Graphische Ermittelung der Ordinaten und Grenzspannungen für den Schwedler'schen Träger.

(Mit Zeichnungen auf Blatt N im Text.)

Auf Seite 237 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift wurde die Construction der Ordinaten des Schwedler'schen Trägers aus der analytischen Gleichung mitgetheilt. Es soll hier die graphische Ermittelung der Ordinaten und Grenzspannungen für den allgemeinen Fall angegeben werden, in welchem als Verkehrsbelastung ein Wagenzug eingeführt wird. Als Beispiel wird dabei wieder ein Träger von $40,_{000}{}^{m}$ Stützweite zum Grunde gelegt. Das Eigengewicht betrage per Meter und Träger 1000^{k}, als Verkehrslast wird ein aus vierfach gekuppelten schweren Güterzugmaschinen und Lastwagen gebildeter Zug angenommen. Die Maschinen haben $3,_{600}{}^{m}$ Radstand und 6000^{k} Raddruck, die Tender $3,_{0000}{}^{m}$ Radstand und 3500^{k} Raddruck, die Lastwagen $2,_{600}{}^{m}$ Radstand und 4000^{k} Raddruck.

1. Ermittelung der Form.

Die Form des Trägers wird durch die Bedingung bestimmt, dafs die Minimalspannung der Diagonalen Null ist. Diese Minimalspannung findet statt, wenn der Träger nur durch das Eigengewicht und einen aus vorwärts stehenden Maschinen gebildeten Zug belastet ist, welcher auf der Strecke x aufgestellt wird. Ob hierbei das erste Rad bei $(x-\Delta)$ senkrecht unter dem Kopf der Diagonale steht, oder noch in das Fach vorgeschoben werden mufs, hängt von der noch unbekannten Form des Trägers ab, und wird zur vorläufigen Ermittelung angenommen, das erste Rad befinde sich bei $(x-\Delta)$. Denkt man sich dann den Träger dicht vor x durchschnitten, den rechtsseitigen Theil entfernt und durch die von ihm ausgeübten Widerstände ersetzt, so wirken auf das bleibende Stück: 1) der Auflagerdruck A_0, 2) das Gewicht G_x des Trägertheiles und der Verkehrslast, 3) die



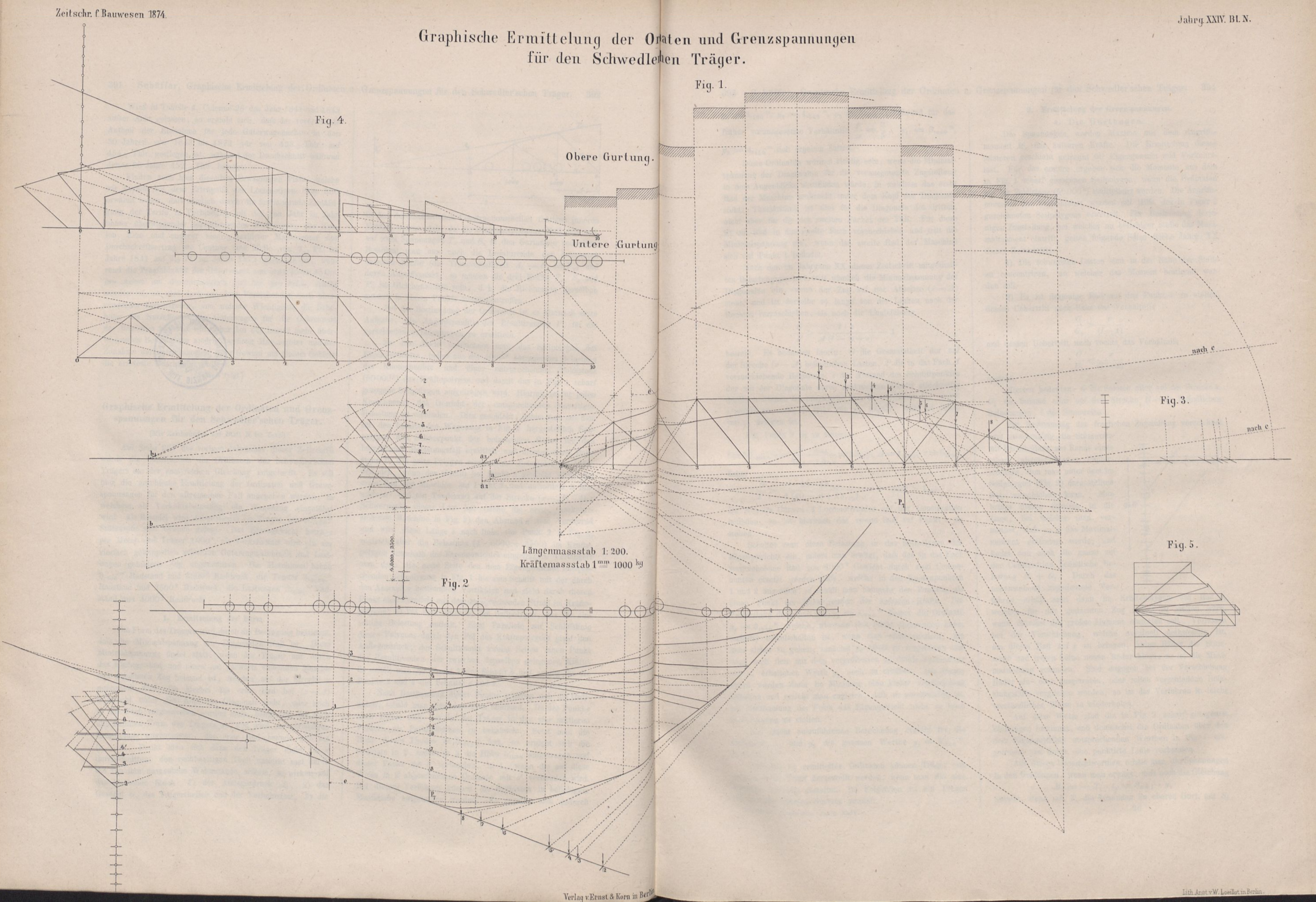
in den durchschnittenen Constructionstheilen thätigen inneren Kräfte, welche sich, da die Diagonalspannung Null sein soll, auf zwei Spannungen T_x und S_x in den Gurtungen reduciren. Bestimmt man nun noch die Resultirende der bekannten äufseren Kräfte (die Transversalkraft $A_0 - G_x = V_x$) und deren Angriffspunkt, so müssen die drei Kräfte T_x, S_x und V_x im Gleichgewichte sein, d. h. die Richtungen derselben müssen in einem Punkte zusammentreffen.

Bei der Bestimmung der Ordinaten ist es hiernach erste Aufgabe, die Angriffspunkte der Resultirenden V_x für die verschiedenen Belastungen zu ermitteln.

Zu dem Ende verzeichnet man das Seilpolygon des Eigengewichtes, indem aus der 4000^{k} betragenden Belastung der Knotenpunkte und einer entsprechenden Poldistanz (50000^{k}) das Kräftepolygon und damit das in Fig. 1 scharf gezogene Seilpolygon aufgetragen wird. Hiermit ist für jeden Knotenpunkt das Gewicht der entsprechenden einseitigen Belastung zu verbinden. Dies geschieht, indem man aus dem für den belastenden Wagenzug in Fig. 2 hergestellten Seilpolygon den Schwerpunkt der belastenden Räder für den betreffenden Belastungsfall ermittelt und hierauf diese Belastung in das erste Polygon einschaltet. Beispielsweise befinden sich, wenn der Schnitt bei Punkt 3 gemacht wird, das erste Rad der Maschine auf Punkt 2 und aufserdem 3 Maschinen- und ein Tenderrad auf der Strecke $(x-\Delta)$. Der Schwerpunkt dieser Last hat (siehe die erste, verkehrtstehende Maschine in Fig. 2) den Abstand e vom Vorderrad und wird diese Länge e nach links von Punkt 2 in Fig. 1, zugleich aber die Belastung $(4 \cdot 6000 + 3500)$ im Kräftepolygon unterhalb des Eigengewichtes eingetragen. Verlängert man dann die erste Seite des dem Eigengewichte entsprechenden Seilpolygons in Fig. 1 bis zum Schnitt mit der durch den Abstand e bestimmten Vertikalen und zieht durch diesen Punkt eine Parallele mit dem entsprechenden Strahl im Kräftepolygon, so hat man nunmehr ein Seilpolygon, das die einseitige Belastung enthält. Eine Parallele zur Schlufslinie dieses Polygons durch den Pol des Kräftepolygons giebt den Auflagerdruck, der Schnittpunkt zweier Seiten einen Punkt der Resultirenden der zwischen denselben gelegenen Kräfte. So erhält man für Punkt 3 den Schnitt b und analog für die Punkte 2 und 4 die Schnitte a und c.

Nach Bestimmung dieser Punkte ergeben sich die Ordinaten, sobald man eine derselben annimmt. Da der Punkt c nach rechts fällt, so ist der Träger in den vier mittleren Feldern als Parallelbalken zu behandeln. Setzt man die Höhe dieses Theiles zu $5,_{000}{}^{m}$ fest, so ergiebt sich die Ordinate in 2, indem in 3 die Höhe $5,_{000}$ aufgetragen und dieser Punkt mit b' verbunden, in 1, wenn die auf diese Weise in 2 abgeschnittene Ordinate mit a' verbunden wird. Bei diesem Verfahren können die Ordinaten in beliebigem Maafsstabe aufgetragen werden. Es ergeben sich dadurch

Graphische Ermittelung der O[...]aten und Grenzspannungen für den Schwedle[...]hen Träger.



Verlag v. Ernst & Korn in Berl[...]

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

$y_1 = 3{,}_{190}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{540}{}^{m}$, $y_3 = 5{,}_{000}{}^{m}$, während für das früher vorausgesetzte Verhältnifs $\frac{p}{\pi} = \frac{2}{5}$, $y_1 = 3{,}_{000}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{450}{}^{m}$ sich ergeben hatten.

Diese Ordinaten würden richtig sein, wenn die Minimalspannung der Diagonalen für die vorausgesetzte Zugstellung in dem Augenblicke stattfinden würde, in welchem das erste Rad der Maschine senkrecht unter dem Kopf der Diagonale steht. Thatsächlich ist dies für die Diagonale des dritten, nicht aber für die des zweiten Faches der Fall. Für diese ist ein Rad in das zweite Fach vorzuschieben und tritt die Minimalspannung ein, wenn das zweite Rad der Maschine sich auf Punkt 1 befindet.

Nach den im Jahrgang XX dieser Zeitschrift mitgetheilten Belastungsgesetzen tritt nämlich die Minimalspannung der Diagonalen ein, wenn der Zug auf der Abscisse $(x - \Delta)$ steht, und ist derselbe so lange von der Linken nach der Rechten vorzuschieben, als noch die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{l \cdot s}{\Delta (l - x + s)} - 1$$

besteht. Es bedeuten hierin: G die Gesammtheit der auf der Strecke $(x - \Delta)$ befindlichen Lasten, P die in das Fach Δ vorzuschiebende Belastung, s den Abstand des Schnittpunktes der mit der Diagonale durch senkrechten Schnitt gleichzeitig durchschnittenen Gurtungstheile von der Ordinate y_x, wobei s positiv ist, wenn es links von y_x, negativ, wenn es rechts von y_x gelegen ist.

Für Punkt 2 ist zu setzen:

$$l = 40{,}_{000}, \; s = \frac{4 \cdot 4{,}_{54}}{4{,}_{54} - 3{,}_{19}} = 13{,}_{45}, \; \Delta = 4{,}_{000}, \; x = 8{,}_{000},$$

daher

$$\frac{G}{P} > \frac{40 \cdot 13{,}_{45}}{4\,(40 - 8 + 13{,}_{45})} - 1 \quad \text{oder} > 1{,}_{96}.$$

Da sich im Ganzen 4 Locomotivräder auf der Construction befinden, so ist hiernach das zweite Rad auf Punkt 1 zu stellen.

Schaltet man diese Belastung in das Seilpolygon des Eigengewichts ein, indem man erwägt, dafs das in das Fach vorgeschobene Rad von 6000^k Gewicht durch zwei Componenten ersetzt werden mufs, welche in den Knotenpunkten 1 und 2 angreifen, so erhält man nunmehr den Punkt a_3 als einen Punkt der Resultirenden der äufseren Kräfte. Die Verbindung desselben mit $y_2 = 4{,}_{540}{}^{m}$ liefert die Ordinate $y_1 = 3{,}_{250}{}^{m}$, welche, wie man sich leicht überzeugen kann, definitiv beizubehalten ist, wenn man nicht vorzieht, um ganz sicher zu gehen, zunächst y_3 etwas zu vergröfsern und dann auch den mit dem vergröfserten y_3 durch Verbindung mit a_3 erhaltenen Werth y_2 noch zu erhöhen. Die Diagonalen würden dann im Minimum eine kleine Zugspannung behalten und ersieht man zugleich, dafs es zweckmäfsig ist, bei Bestimmung der Form das Eigengewicht nicht zu hoch in Rechnung zu stellen.

Die leicht auszuführende Berechnung ergiebt für die Ordinaten y_1 und y_2 die genauen Werthe $y_1 = 3{,}_{250}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{544}{}^{m}$.

Mit den so ermittelten Ordinaten können Träger von verschiedener Form hergestellt werden, wenn man die eine Gurtung beliebig gestaltet. Im Folgenden ist ein Träger mit gerader unterer Gurtung gewählt.

2. Ermittelung der Grenzspannungen.

a. Die Gurtungen.

Die Spannungen werden Maxima mit dem Angriffsmoment M_x der äufseren Kräfte. Die Ermittelung dieses letzteren geschieht getrennt für Eigengewicht und Verkehrslast. Für das erstere ergeben sich die Momente aus dem in Fig. 1 scharf gezogenen Seilpolygon, wenn die Ordinaten mit der Poldistanz (50000^k) multiplicirt werden. Die Angriffsmomente der Verkehrslast werden mit Hilfe des in Figur 2 gezeichneten Seilpolygons ermittelt. Zur Besimmung derjenigen Zugstellung, bei welcher an beliebiger Stelle das Maximalmoment eintritt, gelten folgende Sätze (siehe Jahrg. XX dieser Zeitschrift):

1) Die schwersten Lasten sind in der Nähe der Stelle zu concentriren, an welcher das Moment bestimmt werden soll.

2) Es ist dasjenige Rad auf den Punkt x zu stellen, dessen Uebertritt nach links das Verhältnifs

$$\frac{G}{G_1} > \frac{x}{(l-x)}$$

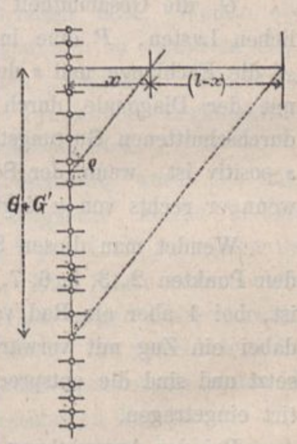
und dessen Uebertritt nach rechts das Verhältnifs

$$\frac{G}{G_1} < \frac{x}{(l-x)}$$

ergiebt.

Hierbei bedeuten: G die Summe aller auf der Strecke x, G_1 die Summe aller auf der Strecke $(l - x)$ befindlichen Belastungen, l die Stützweite.

Zur Bestimmung der fraglichen Zugstellung verzeichnet man zweckmäfsig die Stützweite mit Fachtheilung am Rande eines scharf abgeschnittenen Papierstreifens, den man unter dem im Seilpolygon (Fig. 2) dargestellten Zug verschieben kann. Man bringt diesen Streifen in die Lage, bei welcher man vermuthet, dafs in x das Maximalmoment eintreten werde, und kennt nun auch die ganze auf der Construction befindliche Belastung $G + G_1$. Durch das nebenstehend angedeutete Verfahren erhält man dann im Kräftepolygon das Rad ϱ, welches für den gedachten Zug auf x zu stellen wäre, wenn daselbst das gröfste Moment eintreten soll. Verlassen bei der Verschiebung, welche eventuell nothwendig ist, um dieses Rad auf x zu bringen, keine Räder die Stützweite und treten keine neuen Räder hinzu, so ist die Maximalstellung gefunden. Sind dagegen bei der Verschiebung Räder ein- oder ausgetreten, oder sollen verschiedene Belastungsfälle verglichen werden, so ist das Verfahren in leicht verständlicher Weise zu wiederholen.



Auf diese Weise sind die in Fig. 2 scharf gezogenen Stellungen bestimmt, und demnächst die Ordinaten über den dem Eigengewichte entsprechenden Werthen in Fig. 1 eingetragen und durch eine punktirte Linie verbunden.

Aus diesen Gesammtwerthen erhält man die Spannungen in den Gurtungen, wenn man erwägt, dafs noch die Gleichung

$$M_x = - T_x \cdot t_x = S_{x+1} \cdot y_x$$

besteht, wenn mit T_x die Spannung im oberen Gurt, mit S_x

die Spannung im unteren Gurt, mit y_x die Ordinate des Trägerpolygons und mit t_x der Abstand des oberen Gurtes vom Schnittpunkt der Diagonalen und unteren Gurtung bezeichnet wird. Da nun auch noch

$$M_x = H \cdot \eta_x$$

gesetzt werden kann, wenn mit H die Poldistanz des Kräftepolygons und mit η_x die entsprechende Ordinate des Seilpolygons bezeichnet wird, so ist auch noch

$$H \cdot \eta_x = - T_x \cdot t_x = S_{x+1} \cdot y_x.$$

Hieraus ergiebt sich eine einfache Construction. Trägt man nämlich (Fig. 3) am Ende der Poldistanz die Länge t_x oder y_x auf und zieht durch den Endpunkt von η_x eine Parallele zur Verbindungslinie der Enden von t_x und H oder y_x und H, so schneidet diese Parallele auf der Horizontalen die entsprechende Spannung ab. Dieselbe kann noch auf die Vertikale übertragen werden, wie dies in Fig. 1 geschehen ist. Auch kann, wenn die Längen zu grofs ausfallen, der Maafsstab leicht verändert werden.

b. Die Diagonalen

werden Maximum, wenn die Belastung vom Fufs der Diagonale bis zum jenseitigen Auflager reicht. Es ist dabei der Zug so lange von der Rechten nach der Linken vor- d. h. eine Last P in das Fach zu schieben, als noch

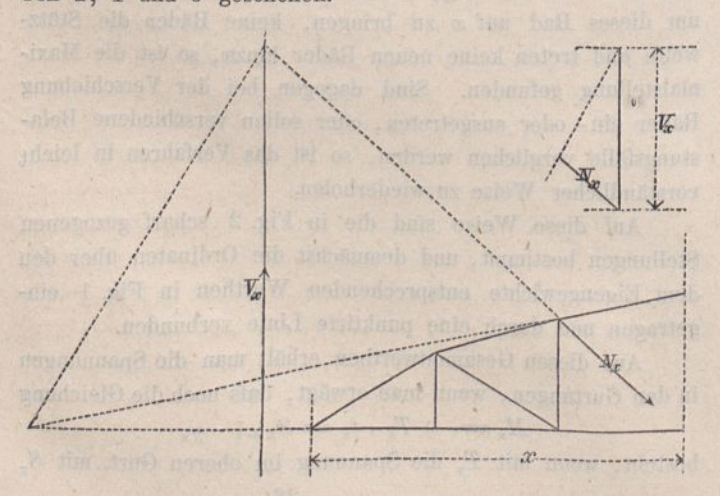
$$\frac{G_1}{P} > \left(\frac{l\,(s-\Delta)}{\Delta\,(s-x)} - 1\right)$$

ist. Es bedeuten dabei:

G_1 die Gesammtheit der auf der Strecke $(l - x)$ befindlichen Lasten, P eine in das Fach eintretende Belastung, Δ die Fachlänge und s den Abstand des Schnittpunktes der mit der Diagonale durch senkrechten Schnitt gleichzeitig durchschnittenen Gurtungstheile von der Ordinate y_x, wobei s positiv ist, wenn der Schnittpunkt links von y, negativ, wenn er rechts von y liegt.

Wendet man diesen Satz an, so findet sich, dafs bei den Punkten 2, 3, 5, 6, 7, 8 das erste Rad auf x zu stellen ist, bei 4 aber ein Rad vorgeschoben werden mufs. Es ist dabei ein Zug mit vorwärts stehenden Maschinen vorausgesetzt und sind die entsprechenden Stellungen in Fig. 2 punktirt eingetragen.

Bei der Auswerthung können die von Eigengewicht und Verkehrslast herrührenden Theile der Spannung entweder getrennt oder im Ganzen ermittelt werden. Letzteres ist in Fig. 1, ersteres in zwei verschiedenen Weisen in den Figuren 2, 4 und 5 geschehen.



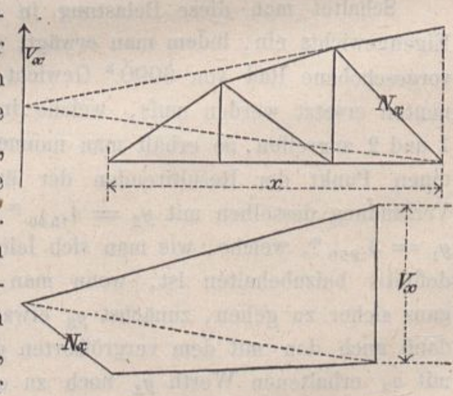
Man hat zunächst die Transversalkraft nach Gröfse und Lage zu bestimmen und erhält dann die Spannung der Diagonale am einfachsten nach vorstehender Methode.

Soll die Spannung für Eigengewicht und Verkehrslast im Ganzen ermittelt werden, so ist die rechtsseitige Verkehrsbelastung in Fig. 1 zum Seilpolygon des Eigengewichtes gerade so einzuschalten, wie dies bei Ermittelung der Ordinaten für die Belastungen der Strecke x geschehen ist. Die Schwerpunkte sind in Fig. 2 abgegriffen und darnach in Fig. 1 die verschiedenen Seilpolygone ergänzt. Parallelen zu deren Schlufslinien geben die Auflagerdrucke und Transversalkräfte und ist dabei nur zu berücksichtigen, dafs bei dem Punkte 4 der Druck des in das Fach vorgeschobenen Rades auf den vorhergehenden Querträger in Abzug gebracht und der Angriffspunkt der Transversalkraft richtig bestimmt wird. Sobald kein Rad in das Fach vorgeschoben ist, ergiebt sich dieser im Schnitt der entsprechenden äufseren Polygonseiten, ist dagegen ein Rad in das Fach eingetreten, so wirkt in diesem Schnittpunkte die Resultirende des Auflagerdruckes und Eigengewichtes und ist dann diese noch mit dem in $(x - \Delta)$ wirkenden Druck des vorgeschobenen Rades zu combiniren.

In Fig. 2 ist die Ermittelung für die Verkehrslast allein vorgenommen. Die Auflagerdrucke und Transversalkräfte sind ermittelt, indem den punktirten Schlufslinien der Seilpolygone für einseitige Belastung durch den Pol des Kräftepolygons parallel gezogen ist, während die vom Eigengewichte herrührenden Spannungen sich aus einem besonderen Kräfteplan (Fig. 5) ergeben.

Das zuletzt angegebene Verfahren der gesonderten Ermittelung ist sehr häufig empfehlenswerth, nicht allein, um die Grenzen kennen zu lernen, innerhalb deren sich die Spannungen bewegen (Wöhler'sches Gesetz), sondern auch, weil sehr häufig die Resultirenden der äufseren Kräfte aufserhalb des Zeichnungsblattes fallen, wenn man den Maafsstab nicht über Gebühr verkleinern will.

Die letzte Bemerkung gilt sehr häufig auch noch für den Schnitt der Gurtungen und den Schnitt zwischen Diagonale und Transversalkraft. Ist dies der Fall, so führt das in Figur 4 angegebene Verfahren zum Ziel, das durch beistehende Figur erläutert wird. Aufserdem sind in Fig. 4 die Transversalkräfte mit einem Seilpolygon bestimmt, dessen Poldistanz der Stützweite gleich angenommen ist. Die Ordinaten dieses Polygons geben über den Knotenpunkten die Transversalkräfte, wenn das erste Rad auf x steht. Ist ein Rad um λ in das Fach vorgeschoben, so giebt die um λ nach links gelegene Ordinate den Auflagerdruck, die Transversalkraft ist an dieser Stelle von einer um $\frac{P \cdot \lambda}{\Delta}$ höher gelegenen Linie aus abzugreifen.



c. Die Pfosten

erreichen im Allgemeinen die Grenzspannung bei derjenigen Belastung, bei welcher die im unbelasteten Gurt mit ihnen

zusammentreffende Diagonale Maximum wird. Für die in das Fach eintretenden Lasten hat man noch das Gesetz, dafs der Zug so lange von rechts nach links in das $(x+1)$te Fach vorzurücken ist, als noch

$$\frac{G_1}{F} > \left(\frac{l \cdot s}{\Delta(s-x)} - 1\right).$$

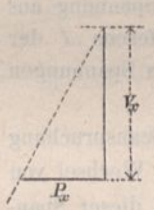
Es bedeutet hierin s den Abstand des Schnittpunktes der mit dem Pfosten durch schrägen Schnitt gleichzeitig getroffenen Gurtungen von y_x.

Dies Gesetz ergiebt für alle Pfosten mit Ausnahme von P_3 dieselben Belastungen für P_x und N_{x+1}. Für P_3 mufs aber das erste Rad auf Punkt 4 stehen, während für N_4 ein Rad in das Fach vorgeschoben ist.

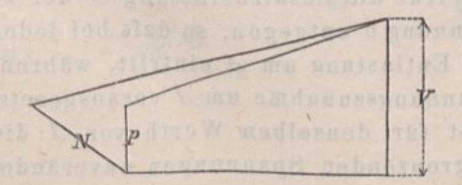
Für die Auswerthung ist

$$Vv + P \cdot s = 0 \quad \text{oder}$$

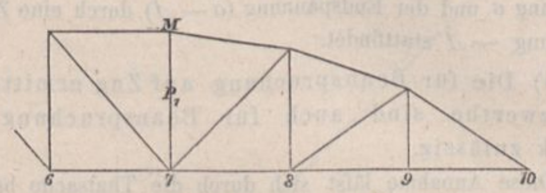
$$P = -V \cdot \frac{v}{s} = -V \cdot \frac{\mathfrak{v}}{y}.$$



Wenn daher der auf der Transversalkraft zwischen den Verlängerungen der mit dem Pfosten durchschnittenen Gurtungstheile entstehende Abschnitt v senkrecht zu y aufgetragen und durch den Endpunkt von V eine Parallele zur Linie $\mathfrak{v} \cdot y$ gezogen wird, so giebt der Abschnitt auf der Horizontalen die Gröfse P_x. Dies Verfahren ist in Fig. 1 u. 2 zur Anwendung gekommen, während in Fig. 4 die Spannung im Pfosten aus dem Gleichgewicht des entsprechenden Punktes der oberen Gurtung ermittelt ist, nachdem zuvor die Spannung der Diagonale bestimmt wurde.



Besonders ermittelt ist P_7 in den Figuren 1 u. 2, wenn die Belastung die Strecke 7 — 10 bedeckt. Diese Bestimmung ist mit dem Gleichgewichte des Punktes M vorgenommen, nachdem aus dem Momente M_7 bei einseitiger Belastung die Gurtungsspannung in bekannter Weise ermittelt war.



Der erste und letzte Pfosten sind nur auf Zug in Anspruch genommen, und zwar im Maximum, wenn eine Maschine über dem Querträger steht. Die Beanspruchung ist dann

$$P_1 = P_9 = 4000 + \frac{2 \cdot 12000 \cdot 2{,}_8}{4} = 20800^{\text{k}}.$$

Bei den erläuterten Ermittelungen ist vorausgesetzt, dafs die Diagonalen als Zugbänder angeordnet, die vier mittleren Felder dem entsprechend mit Gegendiagonalen versehen werden.

Es ist endlich noch von Interesse, diejenigen stetigen Belastungen zu ermitteln, welche gleiche Momente mit der Verkehrslast hervorrufen. Legt man das Moment in der Mitte zum Grunde, so ergiebt sich

$$\pi = \frac{8 \cdot 10{,}_3 \cdot 50000}{40 \cdot 40} = 2575^{\text{k}}.$$

Benutzt man dagegen das Moment bei Punkt 1, so ist

$$\pi_1 = \frac{2 \cdot 50000 \cdot 4{,}_{000}}{4 \cdot 36} = 2777^{\text{k}}.$$

Endlich ist leicht zu übersehen, dafs das angegebene Verfahren für Träger von beliebiger Form und nicht nur für den Schwedler'schen Träger giltig ist.

Darmstadt, im Februar 1874. Schäffer.

Bestimmung der zulässigen Spannung für Eisenconstructionen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt O im Text.)

Die Theorie der Constructionen ist so weit ausgebildet, dafs die Ermittelung der totalen Grenzspannungen in den meisten Fällen nicht allein mit definirbarer Sicherheit, sondern auch mit verhältnifsmäfsig geringen Schwierigkeiten erfolgen kann. In unverkennbarem Mifsverhältnifs hierzu steht die Bestimmung der Querschnittsdimensionen. Zutreffend ist nur die Definition des Nettoquerschnittes: als Quotient der Division einer totalen Grenzspannung durch die entsprechende zulässige Spannung, während die Bestimmung dieser letzteren im Allgemeinen unbefriedigt läfst. Weiter aber lassen auch diejenigen Verfahrungsweisen zu wünschen übrig, mit deren Hilfe aus der bekannten „Zugfläche" der Bruttoquerschnitt für die auf Zug oder Druck oder Zerknicken in Anspruch genommenen Theile ermittelt wird.

Hinsichtlich der zulässigen Spannung wurde bis dahin die Bezugnahme auf die Elasticitätsgrenze, welche für Eisen etwa zwischen 1500^{k} und 1600^{k} pro $\square^{\text{zm}}$ zu suchen war, für am meisten richtig gehalten. Man führte entweder eine bestimmte, etwa zweifache Sicherheit gegen Ueberschreitung dieser Grenze ein, oder man ermittelte für verschiedene Verhältnisse auch verschiedene zulässige Spannungen mehr oder weniger willkürlich oder nach bestimmten Regeln.

Für die Begründung dieser Annahmen sind besonders hervorzuheben: eine Arbeit von J. W. Schwedler im Jahrgang 1862 dieser Zeitschrift, und eine von Gerber aufgestellte Regel. In ersterer wurde auf Grund der bis dahin gemachten Erfahrungen und an der Hand von theoretischen Betrachtungen nachgewiesen, dafs die Anwendung einer Spannung von ca. 720^{k} für die Zwecke des Brückenbaues nicht unangemessen sei. Gerber definirte dagegen dahin, dafs die $n$fache Sicherheit gegen Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze offenbar darin zu finden sei, wenn eine aus dem Eigengewicht und dem $n$fachen der Verkehrslast bestehende Belastung die Spannung auf den der Elasticitätsgrenze entsprechenden Werth bringen würde. Es ist dabei vorausgesetzt, dafs die Spannungen proportional mit dem Eigengewicht (p) und der Verkehrslast (π) wachsen, wonach dann die zulässige Spannung σ aus der Gleichung:

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\pi} \cdot 1600^{\text{k}} \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

ermittelt werden konnte. Der Coefficient n wurde hierin anfänglich $= 3$ eingeführt und dieser Werth später, nachdem die Verkehrslast in hinreichend schweren Locomotiven und Wagenzügen Berücksichtigung gefunden hatte, auf $2,_3$ bis $2,_4$ ermäfsigt.

Wenn nun auch in vorgedachter Weise entweder ganz willkürlich oder auf Grund mehr oder minder begründeter Annahmen verfahren wurde, so entbehrte die Ermittelung doch der befriedigenden wissenschaftlichen Grundlage, waren für Theile, welche abwechselnd auf Zug und Druck zu widerstehen hatten, Anhaltspunkte überhaupt nicht vorhanden.

Diese oft empfundene Lücke haben die Versuche von Wöhler bis zu einem gewissen Grade ausgefüllt, dieselben haben zum mindesten einen Ausgangspunkt geschaffen, von welchem aus auf Grund von weiteren Versuchen und Beobachtungen die Bestimmung der zulässigen Spannung mit gröfserer Sicherheit wird geschehen können. Die Versuche sind allerdings nicht unter Verhältnissen angestellt, welche denen entsprechen, in welchen sich die Stäbe einer Construction gemeinhin befinden, doch zeigen sie gewissermaafsen die Richtung an, und wenn sie auch in dieser Beziehung hinreichen, um gewisse Grundgesetze hervortreten zu lassen, so wird doch zunächst nichts übrig bleiben, als durch Wahl entsprechender Sicherheitscoefficienten die auf Grund der Versuche anzuwendenden thatsächlichen Spannungen nicht allzu weit von den Grenzen zu entfernen, welche seither als gerechtfertigt befunden worden sind. Es wird dies so lange nothwendig sein, bis durch weitere Versuche und Erfahrungen, welche unter Verhältnissen angestellt sind, die mit denen übereinstimmen, in welchen sich die Stäbe der Constructionen thatsächlich befinden, neue Aufschlüsse gegeben, bis der Einflufs der Verbindungen und die Verhältnisse dieser selbst genauer festgestellt sind. Schon jetzt genügen indessen die gewonnenen Resultate, um zu zeigen, dafs es nicht gerechtfertigt ist, unter verschiedenen Verhältnissen dieselbe zulässige Spannung einzuführen, und im Weiteren wird hinsichtlich der früheren Bestimmungen eine Annäherung an die erwähnte Regel von Gerber zu Tage treten.

Die Versuche von Wöhler sind schon verschiedentlich in der angedeuteten Weise zu Folgerungen benutzt worden, so von Launhard im Jahrgang 1873 der deutschen Bauzeitung und neuerdings von Meyer in der Zeitschrift des österreichischen Architekten- und Ingenieur-Vereins. In hervorragender Weise ist der Gegenstand von Gerber im Jahre 1872 behandelt und zwar durch ein „Programm für die Berechnung von Eisenconstructionen", das von der bayerischen Regierung adoptirt, bis jetzt aber noch nicht veröffentlicht worden ist. Im Folgenden schliefse ich mich den Folgerungen von Gerber an, von denen ich nur in der Anwendung abweiche.

Zur Uebersicht ist zunächst erforderlich, die wesentlichen Resultate der Wöhler'schen Versuche hervorzuheben. Dieselben heifsen:

2) Der Bruch des Materiales kann nicht allein durch eine die Bruchfestigkeit überschreitende ruhende Belastung, sondern auch durch kleinere Lasten hervorgerufen werden, wenn dieselben nicht ruhend, sondern in vielfach wiederholtem Wechsel einwirken.

Wird nämlich die in einem Stabe vorhandene Spannung σ um eine gewisse Gröfse Δ abwechselnd in der Weise vermehrt, dafs nach Eintritt der Spannung $\sigma + \Delta$ der Stab durch Entfernung der Belastung auf die Spannung σ zurückkehrt, und dieser Vorgang beliebig oft wiederholt, so giebt es für jede Anfangsspannung σ eine Zusatzspannung Δ von solcher Gröfse, dafs auch bei einer ungemein grofsen — unendlichen — Anzahl von Wechseln zwischen den Spannungen σ und $\sigma + \Delta$ der Stab nicht zerbricht, der Bruch aber eintritt, sobald Δ jenen Specialwerth überschreitet. Dies geschieht nach einer um so kleineren Anzahl von Wechseln, je mehr die Zusatzspannung von jenem Specialwerthe von Δ abweicht, und ist hiernach:

2) die Differenz der Spannungen, welche die Beanspruchungen eines Stabes eingrenzen, für die Zerstörung oder für die Bestimmung der zulässigen Spannung maafsgebend.

Die absolute Gröfse der eingrenzenden Spannungen hat hierbei nur insoweit Einflufs, als mit wachsender Spannung die Zusatzspannungen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern.

Bei Bestimmung der Differenz σ max. — σ min. werden ein für allemal Zugspannungen als positive, Druckspannungen als negative Gröfsen eingeführt, und folgt hieraus, dafs für solche Theile, bei denen die Spannung aus Zug in Druck übergeht, die maafsgebende Differenz Δ der Summe der absoluten Werthe der eingrenzenden Spannungen gleich ist.

Die Versuche von Wöhler sind nicht für Beanspruchung auf Druck fortgesetzt, ebenso auch nicht für Wechsel von Zug- und Druckspannung bei ungleicher Gröfse dieser Spannungen, so dafs man vorläufig nur in der Lage ist, auf die Wirkung dieser Belastungen zu schliefsen.

In dieser Beziehung lassen sich noch die beiden folgenden Sätze als wahrscheinlich annehmen.

3) Wirkt die Zusatzbelastung Δ der vorhandenen Spannung σ entgegen, so dafs bei jedem Wechsel eine Entlastung um Δ eintritt, während vorher eine Spannungszunahme um Δ vorausgesetzt wurde, so bleibt für denselben Werth von Δ die Gröfse der eingrenzenden Spannungen unverändert.

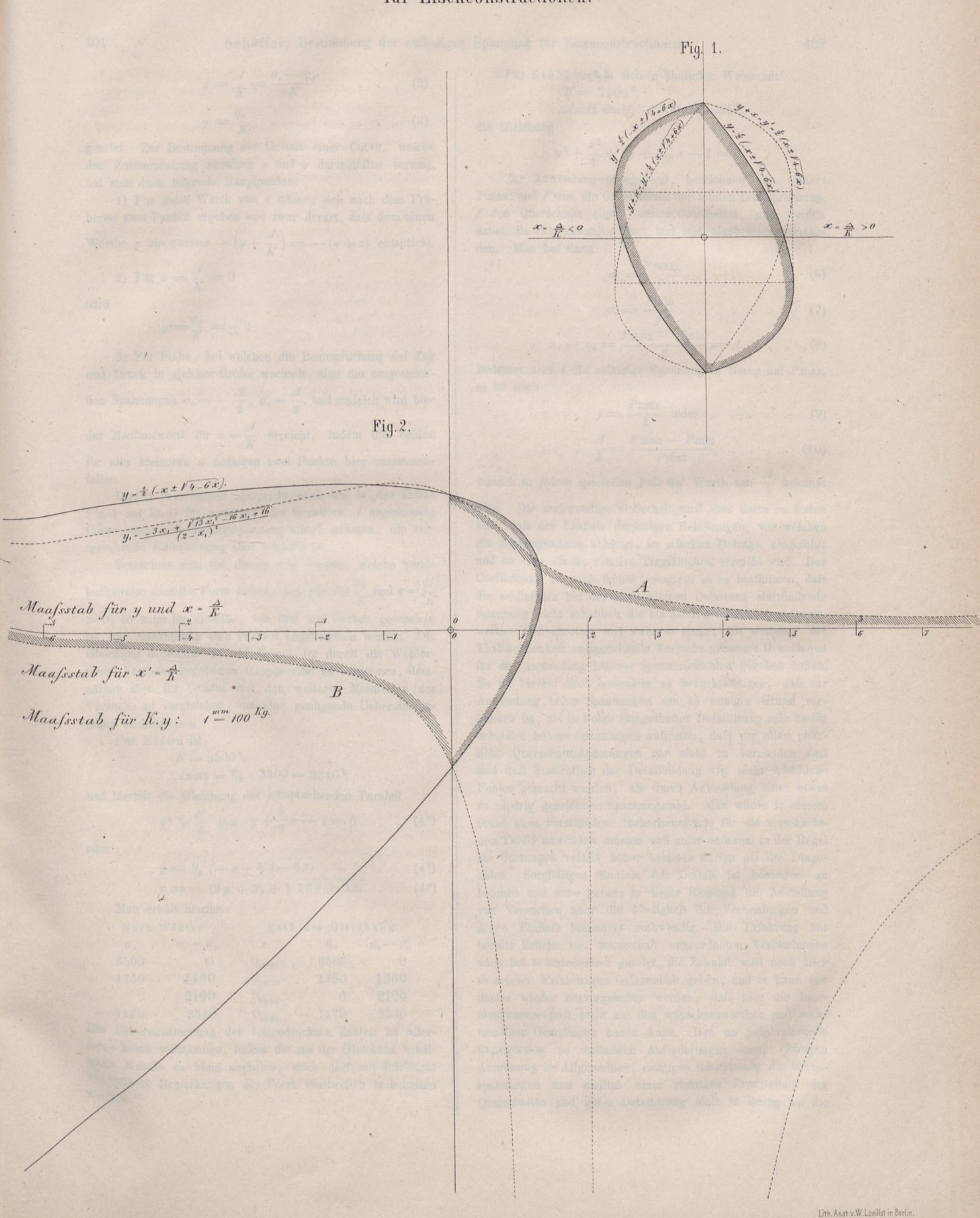
Es ist hiernach gleichgiltig, ob eine Faser von einer anfänglichen Spannung $\sigma - \Delta$ in dauerndem Wechsel auf σ gespannt wird, oder ob dieser Wechsel zwischen der Anfangsspannung σ und der Endspannung $(\sigma - \Delta)$ durch eine Zusatzspannung $-\Delta$ stattfindet.

4) Die für Beanspruchung auf Zug ermittelten Grenzwerthe sind auch für Beanspruchung auf Druck zulässig.

Diese Annahme läfst sich durch die Thatsache begründen, dafs einseitig gebogene Stäbe stets durch Zerreifsen der auf Zug beanspruchten Fasern zerbrochen sind. Wenn daher vorläufig die für Zug ermittelten Werthe auch für Druck angewandt werden, so wird dadurch eine hinreichende Sicherheit bewirkt.

Es sei nun K die Bruchspannung für ruhende Belastung, σ_a die Anfangs-, σ_e die Endspannung und Δ der entsprechende Werth der Zusatzspannung $\Delta = \sigma_e - \sigma_a$ und werde für rechtwinkelige Coordinaten

Bestimmung der zulässigen Spannung für Eisenconstructionen.



$$x = \frac{\Delta}{K} = \frac{\sigma_e - \sigma_a}{K} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$y = \frac{\sigma_a}{K} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

gesetzt. Zur Bestimmung der Gestalt einer Curve, welche den Zusammenhang zwischen x und y darzustellen vermag, hat man dann folgende Hauptpunkte:

1) Für jeden Werth von x müssen sich nach dem Früheren zwei Punkte ergeben und zwar derart, dafs dem einen Werthe y ein zweiter $-\left(y + \frac{\Delta}{K}\right) = -(y + x)$ entspricht.

2) Für $x = \frac{\Delta}{K} = 0$

wird

$$y = \frac{\sigma_a}{K} = \pm 1.$$

3) Für Stäbe, bei welchen die Beanspruchung auf Zug und Druck in gleicher Gröfse wechselt, sind die eingrenzenden Spannungen $\sigma_a = -\frac{\Delta}{2}$, $\sigma_e = \frac{\Delta}{2}$, und zugleich wird hier der Maximalwerth für $x = \frac{\Delta}{K}$ erreicht, indem die beiden für alle kleineren x nöthigen zwei Punkte hier zusammenfallen.

Diesen drei Sätzen entspricht etwa die in der Skizze Fig. 1 auf Bl. O für positives oder negatives Δ angedeutete Curve, wobei die Anfangsspannung scharf gezogen, die entsprechende Endspannung aber punktirt ist.

Betrachtet man von diesen vier Curven, welche beziehungsweise dieselbe Form haben, diejenige für $\frac{\sigma_a}{K}$ und $x = \frac{\Delta}{K} > 0$, so kann für dieselbe, wie dies von Gerber geschehen ist, zur Annäherung eine Parabel angenommen werden. Die Gleichung derselben ist auf Grund der durch die Wöhlerschen Versuche gegebenen Hauptwerthe zu bestimmen, demnächst aber ihr Verlauf mit den weiteren Resultaten der Versuche zu vergleichen, um eine genügende Uebereinstimmung nachzuweisen.

Für Eisen ist:

$$K = 3500^k,$$
$$\Delta\max = \tfrac{2}{3} \cdot 3500 = 2340^k$$

und hiermit die Gleichung der entsprechenden Parabel

$$y^2 + \frac{x^2}{4} + x \cdot y + \frac{3}{2}x - 1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (4^a)$$

oder

$$y = \tfrac{1}{2}\left(-x \pm \sqrt{4 - 6x}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4^b)$$
$$x = -(2y + 3) + \sqrt{12y + 13}. \quad . \quad . \quad (4^c)$$

Man erhält hiermit:

Nach Wöhler		Nach der Gleichung		
σ_a	$\sigma_e - \sigma_a$	x	σ_a	$\sigma_e - \sigma_a$
3500	0	$0{,}000$	3500	0
1750	**1460**	$0{,}359$	1750	**1260**
0	**2190**	$0{,}606$	0	**2120**
— 1170	2340	$0{,}666$	— 1170	2340

Die Uebereinstimmung der fettgedruckten Zahlen ist allerdings keine vollständige, indem die aus der Gleichung erhaltenen Werthe zu klein ausfallen, doch darf mit Rücksicht auf frühere Bemerkungen die Form einstweilen beibehalten werden.

Für Stahl ergiebt sich in ähnlicher Weise mit

$$K = 7300^k,$$
$$\Delta\max = \tfrac{5}{9} \cdot 7300 = 4056^k$$

die Gleichung

$$y^2 + \frac{x^2}{4} + xy + 1{,}_8\, x - 1 = 0.$$

Zur Anwendung übergehend, bezeichnen nun weiter: Pmax. und Pmin. die Grenzwerthe der totalen Beanspruchung, f den Querschnitt eines Constructionstheiles, und werden dabei die Bezeichnungen max und min algebraisch verstanden. Man hat dann:

$$\sigma_e = \frac{P\max}{f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$\sigma_a = \frac{P\min}{f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

$$\sigma_e - \sigma_a = \frac{P\max - P\min}{f} = \Delta. \quad . \quad . \quad (8)$$

Bedeutet noch k die zulässige Spannung in Bezug auf Pmax, so ist noch

$$f = \frac{P\max}{k} \quad \text{oder} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P\max - P\min}{P\max}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

wonach in jedem speciellen Fall der Werth von $\frac{\Delta}{k}$ bekannt wird. Die nothwendige Sicherheit wird aber darin zu finden sein, dafs der Einflufs derjenigen Belastungen, von welchen die Zusatzspannung abhängt, im $n$fachen Betrage eingeführt und so eine $n$fache relative Tragfähigkeit erreicht wird. Der Coefficient n ist nach früher Gesagtem so zu bestimmen, dafs die schliefslich bei der gewöhnlichen Belastung stattfindende Spannung nicht erheblich die bis dahin gebräuchlichen Grenzwerthe überschreitet und zwar so lange, bis weitere, der Thatsächlichkeit entsprechende Versuche genauere Grundlagen für die Anwendung höherer Spannungszahlen gegeben haben. Es ist hierbei noch besonders zu berücksichtigen, dafs zur Anwendung hoher Spannungen um so weniger Grund vorhanden ist, als in Folge mangelhafter Detaillirung sehr häufig erheblich höhere Spannungen auftreten, dafs vor allem plötzliche Querschnittsänderungen gar nicht zu vermeiden sind und dafs hinsichtlich der Detailbildung viel mehr schädliche Fehler gemacht werden, als durch Anwendung einer etwas zu niedrig gegriffenen Spannungszahl. Man würde in diesem Sinne auch verschiedene Sicherheitsgrade für die verschiedenen Theile anwenden müssen und unter anderem in der Regel die Gurtungen relativ höher belasten dürfen als die Diagonalen. Sorgfältiges Studium der Details ist besonders zu betonen und wäre gerade in dieser Richtung die Anstellung von Versuchen über die Festigkeit der Verbindungen und deren Einflufs besonders nothwendig. Die Erfahrung hat bereits Brüche von mangelhaft angeordneten Verbindungen auch bei Schmiedeeisen gezeigt, die Zukunft wird noch öfter zu solchen Erfahrungen Gelegenheit geben, und es kann nur immer wieder hervorgehoben werden, dafs hier die Ingenieurwissenschaft nicht auf den wünschenswerthen und nothwendigen Grundlagen bauen kann. Den an jede rationelle Construction zu stellenden Anforderungen einer richtigen Anordnung im Allgemeinen, richtigen Bestimmung der Grenzspannungen und endlich einer richtigen Ermittelung der Querschnitte und guter Detaillirung fehlt in Bezug auf die

beiden letzten Punkte sehr häufig das wünschenswerthe Maafs von Erkenntnifs.

Im Nachstehenden soll noch versucht werden, für den dritten Punkt: die Bestimmung der Querschnittsdimensionen, eine etwas sicherere Grundlage zu gewinnen.

Es war ermittelt:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P\text{max} - P\text{min}}{P\text{max}} \quad \ldots \ldots (10)$$

Sehr häufig kann nun, wenn die vom Eigengewicht herrührende Belastung durch den Index p, die von der Nutzlast hervorgerufene mit dem Index π versehen wird, gesetzt werden:

$$P_{\max} = P_p + P_\pi^{\max} \quad \ldots \ldots (11)$$

$$P_{\min} = P_p + P_\pi^{\min} \quad \ldots \ldots (12)$$

und damit zunächst

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P_\pi^{\max} - P_\pi^{\min}}{P_p + P_\pi^{\max}} \quad \ldots \ldots (13)$$

Definirt man nun, wie dies oben geschehen ist, die $n$fache Sicherheit dadurch, dafs die Stützlast mit $n$fachem Betrag in Rechnung gestellt wird, so wäre thatsächlich der Werth $\frac{\Delta}{k}$ aus der Gleichung

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n\,(P_\pi^{\max} - P_\pi^{\min})}{(P_p + n\,P_\pi^{\max})} \quad \ldots \ldots (14)$$

und der Querschnitt f aus:

$$f = \frac{P_p + n\,P_\pi^{\max}}{k} \quad \ldots \ldots (15)$$

zu bestimmen. Die in der Construction vorkommende gröfste Spannung beträgt dann theoretisch

$$\sigma = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{f} = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{P_p + n\,P_\pi^{\max}} \cdot k. \quad . \quad (16)$$

Als specielle Fälle können hieraus hervorgehoben werden:

1) Die eine Grenzspannung ist (wie bei Gegendiagonalen) Null. Dann wird:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P_p + n\,P_\pi^{\max}}{P_p + n\,P_\pi^{\max}} = 1$$

und

$$k = 2120^{\,k},$$

wie sich später finden wird.

2) Der Wechsel findet zwischen Zug und Druck von gleicher Gröfse statt: dann ist, wenn noch $P_p = 0$ gesetzt werden darf,

$$\frac{\Delta}{k} = 2 \quad \text{und}$$

$$k = 1170^{\,k}.$$

Die vorstehend in den Gleichungen 14, 15 und 16 enthaltenen allgemeinen Beziehungen, die mit jeder vollständigen Berechnung einer Construction auswerthbar sind, lassen sich noch specialisiren. Sehr oft, wie für die Gurtungen, läfst sich $P_\pi^{\min} = 0$, P_p und P_π aber proportional mit p und π annehmen, wonach dann

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n\pi}{p + n\pi} \quad \ldots \ldots (17)$$

$$f = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{k} \quad \ldots \ldots (18)$$

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\pi} \cdot k \quad \ldots \ldots (19)$$

gesetzt werden darf. Der letzte Ausdruck hat Aehnlichkeit mit dem früher von Gerber gegebenen und unterscheidet er sich von demselben nur dadurch, dafs in ihm der Werth von k nicht die der sogenannten Elasticitätsgrenze entsprechende constante, sondern die den thatsächlichen Verhältnissen Rechnung tragende, in jedem Falle besonders zu ermittelnde Spannung bedeutet. Wenn man will, so könnte hier k die Elasticitätsgrenze bei Schwingungen genannt werden, während der dem Verhältnifs

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{\pi}{p + \pi}$$

entsprechende Werth von k die Bruchgrenze bei Schwingungen darstellt.

Auf Grund der vorstehend entwickelten allgemeinen oder specialisirten Gleichungen wird in jedem Fall aus der statischen Berechnung der totalen Grenzspannungen der Werth des Quotienten $\frac{\Delta}{k}$ bekannt. Es handelt sich jetzt noch darum, k auf Grund der Ergebnisse der Wöhler'schen Versuche zu bestimmen.

Für Schmiedeeisen war in Gleichung 4 gefunden

$$y = \tfrac{1}{2}\left(-x \pm \sqrt{4 - 6x}\right) \quad \ldots \ldots (4)$$

oder

$$\frac{\sigma_a}{K} = \frac{1}{2}\left(-\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6 \cdot \Delta}{K}}\right).$$

Hieraus folgt für $\frac{\sigma_e}{K} = \frac{\sigma_a + \Delta}{K}$

$$\frac{\sigma_e}{K} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6\,\Delta}{K}}\right)$$

und weil noch σ_e als zulässige Spannung mit k zu bezeichnen ist, auch

$$\frac{k}{K} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6\,\Delta}{K}}\right) \quad \ldots \quad (20^a)$$

Diese Gleichung kann leicht auf die Form

$$\frac{k}{K} = \frac{\left(-3\,\frac{\Delta}{k} \pm \sqrt{13\,\frac{\Delta^2}{k^2} - 16\,\frac{\Delta}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{\Delta}{k}\right)^2} \quad (20^b)$$

oder, wenn $\frac{k}{K} = y_1$, $\frac{\Delta}{k} = x_1$ gesetzt wird, auf die

$$y_1 = \frac{-3\,x_1 \pm \sqrt{13\,x_1^{\,2} - 16\,x_1 + 16}}{(2 - x_1)^2} \quad . \quad (20^c)$$

gebracht werden und ergiebt dieselbe unmittelbar den fraglichen Werth von k, nachdem $\frac{\Delta}{k}$ bekannt ist.

Der Gleichung 20^c entspricht die Curve Fig. 2 auf Bl. O. Man überzeugt sich leicht, dafs für $\frac{\Delta}{k} = x_1$ positiv nur der schraffirte Theil A, für $\frac{\Delta}{k} = x_1$ negativ der schraffirte Theil B gilt, indem diese den zutreffenden Theilen der Parabel $\frac{\sigma_e}{K}$, für welche der Werth $\frac{\Delta}{K} = x$ die Abscissen gab, entsprechen. Das bedeutet auch, dafs bei Benutzung der Gleichung 20^b oder 20^c für positive $\frac{\Delta}{k}$ nur das positive, für negative $\frac{\Delta}{k}$ nur das negative Zeichen vor der Wurzel zu benutzen ist. Man erhält unter anderem für:

$$x_1 = \frac{\Delta}{k} = 0; \quad k = 3500^k,$$
$$= 1; \quad k = 2120 \text{ -}$$
$$= 2; \quad k = 1170 \text{ -}$$
$$= 4; \quad k = 568 \text{ -}$$
$$= \infty; \quad k = 0 \text{ -}$$

Zusammengestellt würde bei der Querschnittsbestimmung wie folgt zu verfahren sein:

Man ermittelt auf Grund der durch die statische Berechnung gegebenen Beanspruchungen den Quotienten

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n(P_\pi^{\max} - P_\pi^{\min})}{P_p + n P_\pi^{\max}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

dann:

$$k = K \frac{\left(-3\frac{\Delta}{k} \pm \sqrt{13\frac{\Delta^2}{k^2} - 16\frac{\Delta}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{\Delta}{k}\right)^2} \quad (20)$$

wobei das positive oder negative Zeichen zu nehmen ist, je nachdem der Werth $\frac{\Delta}{k}$ positiv oder negativ. Hierbei können Tabellen oder graphische Darstellungen zu Hilfe genommen werden.

Dann ergiebt sich schliefslich der Querschnitt:

$$f = \frac{P_p + n P_\pi^{\max}}{k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

und die der ruhend gedachten, einfachen Verkehrslast entsprechende Spannung

$$\sigma = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{P_p + n P_\pi^{\max}} \cdot k. \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Bei consequenter Anwendung dieses Verfahrens wird $\frac{\Delta}{k}$ negativ, wenn die eingrenzenden totalen Grenzspannungen Druckspannungen sind, und erhält man dann die zulässige Spannung k, unter Anwendung des negativen Zeichens in Gleichung 20, als auf die dem absoluten Werthe nach kleinere der totalen Grenzspannungen bezogen. Man kann dagegen diejenige zulässige Spannung anwenden, welche das positive Zeichen der Gleichung 20 giebt, wenn die Querschnittsbestimmung mit der dem absoluten Werthe nach gröfsten der totalen Grenzspannungen vorgenommen und der entsprechende Werth $\frac{\Delta}{k}$ positiv eingeführt wird.

Es erübrigt noch die Bestimmung des Sicherheitscoefficienten n. Derselbe kann nicht unter allen Umständen constant sein und ist dessen Bestimmung etwa von nachstehenden Momenten abhängig:

1) von der Dauer, welche man der Construction zu geben wünscht,

2) von der richtigen Anwendung und Berechnung der Construction im Allgemeinen,

3) von der Detailbildung, d. h. der mehr oder weniger guten Anordnung der Verbindungen,

4) von der Natur der Stützlast, deren Stöfsen und dem in Folge der Durchbiegung vermehrten Einflusse der bewegten Last, von der Eventualität einer Vergröfserung der Stützlast,

5) von der Güte des Materiales und der Ausführung.

Für Eisenbahnbrücken dürfte etwa der Werth $n = 3{,}_5$ bis $4{,}_0$ Anwendung finden können.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, sollen die oben entwickelten Ausdrücke 17 und 19 benutzt werden, welche für den speciellen Fall gelten, dafs $P_\pi^{\min} = 0$ ist und die Beanspruchungen proportional mit der Belastung wachsen. Man hat dann:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n\pi}{p + n\pi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\pi} \cdot k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

$$k = K \frac{\left(-3\frac{\Delta}{k} + \sqrt{13\frac{\Delta^2}{k^2} - 16\frac{\Delta}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{\Delta}{k}\right)^2}$$

und wenn nach $n = 3{,}_5$ gesetzt wird:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{3{,}_5}{3{,}_5 + \frac{p}{\pi}}$$

$$\sigma = \frac{1 + \frac{p}{\pi}}{3{,}_5 + \frac{p}{\pi}} \cdot k$$

Hiermit erhält man nachstehende Tabelle für verschiedene Werthe des Verhältnisses $\frac{p}{\pi}$:

$\frac{p}{\pi}$	$\frac{\Delta}{k}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	$\frac{\Delta}{k}$	k	σ
$0{,}_0$	$1{,}_{000}$	2120	600	$0{,}_8$	$0{,}_{814}$	2395	1000
$0{,}_2$	$0{,}_{946}$	2197	712	$1{,}_0$	$0{,}_{777}$	2450	1088
$0{,}_4$	$0{,}_{897}$	2268	814	$1{,}_2$	$0{,}_{745}$	2502	1171
$0{,}_6$	$0{,}_{853}$	2334	910	$1{,}_4$	$0{,}_{714}$	2550	1250

Weiter findet sich für besondere Fälle:

1) Die eine Grenzspannung ist Null:

$$\frac{\Delta}{k} = 1$$
$$k = 2120^k$$
$$\sigma = \frac{2120}{3{,}_5} = 600^k.$$

2) Die Beanspruchung wechselt zwischen Zug und Druck von gleicher Gröfse:

$$\frac{\Delta}{k} = 2$$
$$k = 1170^k$$
$$\sigma = \frac{1170}{3{,}_5} = 334^k.$$

Für $n = 4$ ergiebt sich noch folgende Tabelle:

$\frac{p}{\pi}$	$\frac{\Delta}{k}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	$\frac{\Delta}{k}$	k	σ
$0{,}_0$	$1{,}_{000}$	2120	530	$0{,}_8$	$0{,}_{833}$	2365	887
$0{,}_2$	$0{,}_{952}$	2187	625	$1{,}_0$	$0{,}_{800}$	2416	966
$0{,}_4$	$0{,}_{909}$	2251	714	$1{,}_2$	$0{,}_{769}$	2464	1042
$0{,}_6$	$0{,}_{869}$	2310	804	$1{,}_4$	$0{,}_{741}$	2509	1115

Das Verhältnifs $\frac{p}{\pi} = 0{,}_5$ entspricht bei eingeleisigen Eisenbahnbrücken etwa einer Stützweite von $50{,}_{000}{}^m$, $\frac{p}{\pi} = 1$ etwa einer solchen von $100{,}_{000}{}^m$. Das gesammte Eigengewicht kann solchenfalls für die Stützweite l in Kilogramm per laufenden Meter

$$p = 800 \text{ (bis 1000)} + 28 \text{ (bis 30)}\, l$$

geschätzt werden. Die Verkehrslast ist, auf gleichförmige Belastung reducirt, für verschiedene Weiten verschieden. Für einen aus drei schweren Güterzugmaschinen und kurzen Lastwagen bestehenden Zug ergeben sich die Werthe der nachstehenden Tabelle. Es entspricht hierbei π dem gröfsten Momente in der Mitte, π_1 dem gröfsten Auflagerdrucke. Die bespannenden Maschinen, von denen die erste verkehrt steht, haben 4 gekuppelte Achsen mit zusammen $3,_{600}{}^m$ Radstand und 6000^k Raddruck, die Tender 3 Achsen mit $3,_{000}{}^m$ Radstand und 3500^k Raddruck, die Lastwagen 2 Achsen mit $2,_{600}{}^m$ Radstand und 4000^k Raddruck. Die Maschinen entsprechen denen der hessischen Ludwigseisenbahn.

l	π	π_1	l	π	π_1
1	24000	24000	9	7820	8800
2	12000	16800	10	7300	8360
3	11200	14400	15	5790	7510
4	10800	13200	20	5620	6900
5	9980	12290	30	5180	6120
6	9600	11200	40	5080	5700
7	9010	10190	50	4860	5370
8	8400	9300	60	4650	5080

l	π	π_1	l	π	π_1
70	4370	4860	100	3940	4400
80	4220	4670	110	3810	4290
90	4080	4520	120	3700	4200

Die früher von Gerber aufgestellte Regel ergiebt für einen Sicherheitscoefficienten $n = 2,_4$ unter Annahme einer Elasticitätsgrenze von 1600^k

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + 2,_4 \pi} \cdot 1600,$$

und damit die Werthe der nachfolgenden Tabelle:

$\frac{p}{\pi}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	k	σ
$0,_0$	1600	666	$0,_8$	1600	900
$0,_2$	1600	738	$1,_0$	1600	941
$0,_4$	1600	800	$1,_2$	1600	978
$0,_6$	1600	853	$1,_4$	1600	1010

Diese ältere Regel ergab also für mittlere Weiten etwa dieselben, für kleinere Weiten gröfsere und für gröfsere Weiten kleinere Werthe, als die hier auf Grund der Wöhlerschen Versuche gefolgerten Zahlen.

Darmstadt, im März 1874. Schäffer.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Schinkelfest am 13. März 1874.

Wenn die Feier des Geburtstages Schinkels in unserem Architekten-Vereine zuerst ihre Stätte gefunden und derselbe lange Jahre hindurch für alle Jünger unserer Kunst einen gemeinsamen Sammelpunkt dargeboten hat, so erschien es wohl gerechtfertigt, das nunmehr 50jährige Bestehen unseres Vereins mit dem Gedächtnifstage Schinkels in eine Festfeier zusammenzuziehen. Diesem Beschlusse gemäfs waren die Vorbereitungen zu derselben in ungleich erweitertem Maafsstabe getroffen worden. In Stelle des sonst gebräuchlichen Arnim'schen Saales hatte man den eben erst vollendeten grofsen Festsaal der Kaiser-Galerie als Lokal erwählt, um die fast 400 Theilnehmer betragenden Gäste zu fassen. Im Hintergrunde des Saals fand sich ein Bühnen-Aufbau, vor dessen weifsem goldgemusterten Vorhang zur Rechten und Linken die Büsten von Knoblauch und Stüler, in der Mitte diejenige Schinkels aufgestellt waren. Davor stand die Rednerbühne.

Die Versammlung, welche durch die Gegenwart Sr. Kaiserl. Hoheit des Kronprinzen geehrt wurde, fand sich gegen 8 Uhr beisammen; es waren in ihr nicht nur die Herren Minister des Handels und der geistlichen Angelegenheiten, sondern auch eine grofse Anzahl bedeutender Männer der Kunst und Wissenschaft vertreten, und mit der von Nah und Fern herbeigeströmten Schaar der Architekten bot sie einen überaus festlichen Anblick.

Die Feier wurde durch den Vorsitzenden des Vereins, Herrn Baurath Hobrecht mit der nachfolgenden Rede eröffnet:

Hochansehnliche Versammlung!

Dem 50jährigen Bestehen unseres Vereins und dem Andenken Schinkels gilt unser heutiges Fest!

Als Schutz- und Schirmherr der Künste, als Gönner der Architektur und Bauwissenschaft, als Berufs- und Vereinsgenossen, als unsre Freunde sind Sie von Nah und Fern, unserm Rufe folgend, dazu hergekommen; so lassen Sie mich denn auch Namens des Architekten-Vereins vor Allem Ihnen hierfür danken und Sie herzlich willkommen heifsen!

Das fünfzigjährige Bestehen des Architekten-Vereins ist es, das wir an Schinkels Geburtstag feiern. Dem mag die Lebensdauer unseres Vereins eine kürzeste Frist erscheinen, dessen Blick in die weit entlegenen Epochen früherer baukünstlerischer Thätigkeit schweift, — aber sie ist mit Nichten eine kurze, wenn sie gemessen wird nach dem Maafsstab der Entwickelung und des Reichthums an Fortschritten, den sie in sich schliefst.

Der Greis wird die Tage jugendlicher Begeisterung, der reife Mann die Jahre der Kindheit, da er sich dunkel seiner Eltern oder dahingeschiedener Lehrer und Führer erinnert, immer fern, vielleicht als die fernsten, empfinden; — und uns zumal, das lebende Geschlecht, dessen Erwartungen und Hoffnungen, mochten sie noch so weit gehen, die kommende Zeit über Erwarten erfüllte, uns dünkt ein jeder Blick rückwärts wie ein Schauen in weite graue Ferne!

Unter jenem stillen, bewegungslosen Schleier, der über dem, was war und nicht mehr ist, sich breitet, ruht eine Vergangenheit, voll Freude und Lust, voll Kampf und Drang, voll Hoffnungen und Gewinnen. Zahlreiche Ruhmes- und leider, ach, so viele Todtenkränze schimmern unter ihm hervor; verblichene Blätter zeigen die Namen Dahingegangener, die treu ihrem Beruf, ihrem Vaterlande, und uns, ihren Freunden, gelebt und gewirkt haben.

Kein äufserliches Band war unser Verein, sondern ein Bund, der in jenen vergangenen Tagen die jungen Architekten zusammenhielt, — dafs auch die persönlichen Lebensschicksale des Einzelnen ihren theilnehmenden Widerhall in der Brust der Andern fanden.

Lernen und Streben, Aufträge und Erfolge trennten nicht, sondern einigten. Die Reise nach Italien mit dem Skizzenbuche in der Hand, der Weg über die Alpen nach jenem künstlerischen Eldorado, den Hunderte unserer Landsleute in trunkener Seligkeit begonnen, war in jener Zeit noch ein Ereignifs. Auf staubiger Chaussee, zum Potsdamer Thor hinaus, auf lange vorher belegtem Platz im Postwagen, zogen die Gesellen fort, und den glücklichen Zugvögeln gab die Schaar der über das Loos ihres Genossen selbst glücklichen Zurückbleibenden herzliches Geleit.

Stüler, Knoblauch, Stein, Runge, Quast und Anderen folgte der Verein auf ihren Römerfahrten mit wärmstem Interesse; nur wenige reisten, die nicht in launigen Briefen, welche in den Sitzungen mitgetheilt wurden, ihre Erlebnisse dem Verein schrieben.

Dann: am 12. Juli 1834 fiel, wie es in dem Protocoll heifst, die Sitzung aus, „weil der gröfste Theil der Mit„glieder sich vereinigt hatte, Herrn Stüler bei seiner Abreise „nach Frankfurt zu seiner Verheirathung noch bis Schöne„berg zu geleiten. Die Gesellschaft versammelte sich zu „dem Ende im Schulgarten, und ging von dort zusammen „nach Schöneberg, wo zuvörderst ein Butterbrod gegessen, „der Ueberrest der Zeit aber bei der Flasche unter Reden „und Singen heiter hingebracht ward; bis gegen 10 Uhr „der Wagen erschien, und uns unter lautem Jubel Herrn „Stüler und Herrn Knoblauch entführte."

Kameradschaftlich unter sich und gegen aufsen, dabei ernst und auf's Rechte bedacht, so zeigen sich uns die Vereins-Genossen jener Tage, so gewinnen sie unsere herzliche Sympathie.

Was die Pflege der Kunst und der Wissenschaft, was den eigentlichen Vereinszweck, — die Fortbildung — anbetrifft, so erstarkt der Verein aus kleinen Anfängen mächtig heraus und gedeiht stetig.

Es fiel die Stiftung und es fielen noch viele Jahre des Bestehens unseres Vereins in jene für Preufsen so wunderbare Zeit, welche mit wenigen Ausnahmen auf den Ruhm, den Musen und Grazien zu dienen, verzichten mufste, dafür aber alle Kräfte zu einer fast subalternen Thätigkeit zu benutzen verstand, um unser Land, welches neben den gröfseren nachbarlichen Kaiserreichen einen gleich weiten, wenn auch sicherlich mehr beschädigten Siegesmantel trug, mit einem starken und tüchtigen Inhalt zu erfüllen. Die Schultern, welche für diesen Siegesmantel zu schwach waren, sollten durch harte Arbeit und Fernhaltung von verweichlichenden Genüssen gekräftigt werden. Nichts schien dadurch verstimmter, als das Genie! Mit dem Czako der allgemeinen Wehrpflicht vertrugen sich die braunen Künstlerlocken schlecht, und halb mit Verachtung, halb mit Entsetzen sah die Bevölkerung anderer Grofsstädte, welche ihren Bund mit den Musen zu lösen keinen Grund hatte, den Künstler unter das Maafs und das Feuer des dichterischen Geistes unter Censur gestellt. Eine jede gestaltende Regung, jede spontane Bewegung wurde mifstrauisch beobachtet und überwacht; es galt eben, Alles, was gestaltungsfähig war, für den einen und gewifs höchsten Zweck zu verwenden, ohne Aufsehn und Gefahr, die Muskelkraft unseres Staates aufs Neue so weit zu stärken, dafs, wenn dereinst die unausbleiblichen Tage kommen, wo das Preufsenvolk aufgerufen wird, unter seinen Königlichen Führern den Kampf mit dem Erbfeinde zu bestehen, ihm die Kraft nicht fehle.

Es charakterisirt jene Zeit, wenn von der Polizei-Intendantur in Berlin unter dem 26. Mai 1824 an den Vorstand geschrieben wird: „Gegen die — Vereinigung zu regelmäfsi„gen den Austausch wissenschaftlicher Ansichten, die Mit„theilung technischer Nachrichten und den Genufs anstän„digen geselligen Vergnügens bezweckenden Zusammenkünfte, „welche vorläufig im Lokal des Gastwirths Kemper stattfinden „sollen, findet sich diesseitig — Nichts zu erinnern." — und unter dem 14. Juni 1827 schrieb dieselbe Behörde, dafs sie „mit Vergnügen die danach stattgehabte weitere Aus„dehnung der durch die besonderen Zwecke und die bisherige „Art der Verfolgung derselben sehr günstig sich auszeich„nenden Verbindung ersehen habe."

Trotzdem rescribirte unter dem 5. Juni 1827 der Herr Minister des Innern, „dafs die Statuten des Architekten-Vereins nicht „völlig angemessen erscheinen, da es z. B. ganz „aufserhalb Ihres Wirkungskreises liegt, mit Behörden zu „communiciren, so wenig, als es einer besonderen Repräsen„tation Ihrerseits bedarf."

Mit Genugthuung dürfen wir sagen, dafs die Fachgenossen jener Tage die nothwendige Beschränkung verstanden; fast ausnahmslos mufsten sie der Hoffnung entsagen, vor entzückten Zuschauern in weiter Arena ihr künstlerisches Können glänzen zu lassen, und sich begnügen, für den Staat mit den knappsten Mitteln im Dienste des engsten Bedürfnisses ihre Kräfte zu verwerthen. Es war ihre Aufgabe, sich vorzubereiten, um an den entlegenen Grenzmarken des Vaterlandes, treu und gewissenhaft, mit der Sittenstrenge eines Preufsischen Beamten ärmliche Aufgaben ohne Anspruch zu lösen, und, bei der Cubicirungstabelle für Sägeblöcke Marmorbilder und schimmerndes Gemach nicht zu vergessen.

Wenn sie dies gethan haben, und wer möchte ihnen dies Zeugnifs versagen, — so sind sie des guten Ruhmes werth, der unser Volk auszeichnet, — der willigen Hingabe von Hoffnungen und Erworbenem an die Idee des Vaterlandes!

Wie dann in dieser Zucht die Kräfte des Landes wuchsen, wie mit dem zunehmenden Vermögen Einzelner hie und da die Forderung nach Verschönung auftrat, als der Wohlhabende verlangte, dafs sein Haus mit Säulen und Gebälk geschmückt werde, da mufste der Baubeamte des Preufsischen Staats dem begüterten Handwerker das Feld räumen, der in der That es besser verstand, mit der Kunst und dem Bauherrn fertig zu werden.

Auch das ist überwunden, und nicht zum geringsten Theil ruht diese Wandlung auf dem Leben und der Thätigkeit unseres Vereins, der recht eigentlich seine Angehörigen zu künstlerischer und individueller Selbstständigkeit erzieht und ihnen wie sich Achtung zu verschaffen gewufst hat.

„Am 3. April 1824", — so berichtet ein vergilbtes Blatt, — „waren alle hier in Berlin anwesenden Conducteure „durch ein Circular zu einer Versammlung auf dem Kreuz„berge eingeladen. Bei dieser Versammlung hatten sich meh„rere Freunde zusammengefunden, so dafs der Wunsch allge„mein war, sich öfter zu sehen; es machte daher Knoblauch

„den Vorschlag, wöchentliche Versammlungen zu halten, „welches allgemeinen Beifall fand. Der Donnerstag Abend „wurde dazu bestimmt, und Rollmann schlug dazu ein Lokal „in der Mauerstrafse vor.“

Das ist der Beginn unseres Vereins! Am 5. Juni 1824, an dem eigentlichen Stiftungstage, constituirte sich der Verein, und wählte Brix, Wigand und Blaurock zu seinen Vorstehern.

Von jenen 18 Männern, welche damals zusammentraten, leben noch, so hoffen wir, 4: Geh. Reg. und Baurath Gerhard, Geh. Reg. u. Baurath Krüger, Baurath Blaurock und Baurath Küster.

Die nächst ältesten Mitglieder unseres Vereins sind jetzt: Baurath Studt, Geh. Ober-Baurath Lentze, Geh. Reg.- und Baurath Junker, Baurath Treplin, Geh. Ober-Baurath Weyer, Königl. Baumeister Quassowski, Wirkl. Geh. Ober-Baurath Hartwich, Geh. Reg.- u. Baurath Wurffbain, Geh. Reg.- u. Baurath Stein, Ober-Hof-Baurath Strack, Geh. Rechnungsrath Maresch.

Einen Grufs und Händedruck den Genannten, einen doppelten und dreifachen denen von ihnen, welche heute unter uns weilen!

Wohl kein Baumeister, dessen Namen in unserm Lande und darüber hinaus Klang und Achtung gewonnen, blieb dem Verein fern; fast Alle haben — vorübergehend, wie es Beruf und Lebensschicksale mit sich führten, — in einer oder der andern Form den Vereinszwecken unmittelbar gedient; Männer, wie Mellin, Hübener, Stüler, Knoblauch, Severin, Soller, Wilhelm Stier, — die alle nun die Erde deckt, — standen an seiner Spitze; vor Allen aber waren es Stüler und Knoblauch, die nie ermüdeten, Leiter und Führer zu sein; ihr Sein und Wissen war so recht mit jener eigenthümlichen Befähigung gepaart, hunderte von Männern verschiedenen Alters und verschiedenen Temperaments stets willig und zuthätig für allgemeine Zwecke zu einigen, und geeinigt zu erhalten.

Schon im Jahre 1826 wurde die Anlegung einer Bibliothek, eines Journalzirkels, eines Fremdenbuchs für die Gäste beschlossen und eingeführt. Vorträge über alle Zweige der Baukunst und Bauwissenschaft fanden allwöchentlich in den Vereinssitzungen statt. Man sprach damals über die Brücke, welche Napoleon bei Mainz bauen wollte, über das Grabdenkmal Blüchers und andere Stoffe, welche die Reminiscenzen an die Befreiungskriege lieferten. Mit Vorliebe wird alte und mittelalterliche Baukunst behandelt, aber die Einrichtung von Küchen und Oefen, Eiskellern und Ställen daneben nicht vergessen. Die Vorträge geben ein Bild der gewaltigen technischen Entwickelung, die das vergangene halbe Jahrhundert auszeichnet. Gasbeleuchtung, Dampfschiffe, die Daguère'schen Lichtbilder sind neue und interessante Stoffe für Vorträge im Verein. In einem Protocoll aus dem Jahre 1836 finde ich die erste Notiz über Eisenbahnbau, noch später eine solche über den elektrischen Telegraphen. Im Jahre 1863 berichtet Koch über den Transport der Executiv-Truppen an die Holsteinsche Grenze, später Weishaupt über die Leistungen der Bautechnik im österreichischen Feldzuge; einer neuen und schönen Thätigkeit unserer Fachgenossen, die später im Kriege gegen Frankreich sich ruhmvoll entwickelte, wird hier zum ersten Mal Erwähnung gethan.

Was auf dem Gebiet der bautechnischen Literatur, in Büchern und Zeitschriften Interessantes erschien, wurde besprochen und meist der Bibliothek einverleibt, welche im Jahre 1835 auf 700 Thlr. Werth geschätzt wurde, und jetzt, wohl unter ihrem Werth, für 30000 Thlr. versichert ist.

Im Jahre 1826 berichtete schon Lentze über ein literarisches Erzeugnifs des Mannes, der auf diesem Gebiet vor Allem zu den ersten Zierden unseres Vereins, unseres Berufs und unseres Vaterlandes gehört, — Hagen's; das Werk führte den Titel: Beschreibung neuerer Wasserbauwerke in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und der Schweiz.

Neben den Vereins-Abenden organisirte der Verein regelmäfsige wissenschaftliche Lehrkurse und gemeinsames Entwerfen. Den Unterricht ertheilten mit freudiger Bereitwilligkeit: Hagen, Boetticher, Daege, Strack und Andere. Wie der Verein in seinen Anfängen die Bau-Akademie ersetzte, ergänzt er sie noch heute!

Im Mai 1827 fand die erste Excursion des Vereins statt, und zwar über Neustadt nach Freienwalde zur Besichtigung interessanter Bauanlagen. Zahlreiche kleinere und gröfsere Excursionen sind dieser ersten seitdem gefolgt.

Schon im September 1827 entstanden die Monats-Concurrenzen, deren Gewinner von dem Verein durch literarische Werke prämiirt wurden. Bis auf den heutigen Tag sind sie ein hervorragendes technisches Bildungsmittel des Vereins. — Im September 1830 wird der Fragekasten gestiftet, welcher damals, wie noch jetzt, mögliche und unmögliche Antworten fordert.

Seit dem Jahre 1832 beginnen literarische Herausgaben des Vereins; es erscheinen die „Architektonischen Entwürfe aus der Sammlung des Architekten-Vereins“, und das „Notizblatt des Architekten-Vereins“, aus welchem dann später, im Jahre 1851, die Zeitschrift für Bauwesen entstand.

Ohne den Besitz eines eigenen Vereinshauses mufste der Verein das Schicksal der meisten Bewohner Berlins, — des Wohnungswechsels und des Umherirrens — theilen; auch an wirklicher Wohnungsnoth, — so im Jahre 1830 — fehlte es ihm nicht; wir finden ihn im Kemperschen Etablissement, im Mittelsten Zelt, bei Zerbstmann in der französischen Strafse, in der Urania, aus welchem Local sich am 4. Februar 1826 protocollirt findet: „Die Gesellschaft konnte Nichts beginnen, weil Urania im Nebenzimmer Generalprobe hielt.“ Dann in der Kommandantenstrafse 35, in dem Blumengarten von Moewes, wo die Versammlung vom 18. September 1830, dem unruhigen Jahre der Juli-Revolution, wie die Acten sagen, „nur wenige Mitglieder zählte, weil loyale Leute nicht gerne nach Sonnenuntergang spazieren gehen mochten“; — dann in der Kronenstrafse 28, seit 1847 in dem Hause Oranienstrafse 101 und seit Ende des Jahres 1869 endlich, nach kurzer Unterbrechung, in seinem jetzigen Local, Wilhelmstrafse 118.

Mittelst Allerhöchster Cabinetsordre vom 9. August 1869 sind dem Verein Allergnädigst Corporationsrechte verliehen.

Der Etat des Vereins, welcher im Jahre 1834 etwa 700 Thlr. betrug, hat sich heute etwa verzehnfacht.

Gesellige Zusammenkünfte und Feste wurden alljährlich abgehalten, — aus wechselnden Veranlassungen und an wechselnden Tagen, bis allmälig sich die feste Sitte herausstellte, am Geburtstage Schinkels eine Jahresfeier, ein Schinkelfest zu begehen. Von einer solchen, die am 13. März 1830

zum ersten Mal stattfand, berichten die Acten. Doch erst im Jahr 1845 nach Schinkels Tode nahm dieses Fest den Charakter an, den es bis auf den heutigen Tag erhalten. Römer und Lohse waren die ersten Festordner, Baudirector Schmidt präsidirte und Waagen hielt die Festrede. Im Jahr 1852 war diese Feier zum ersten Mal mit den gröfseren Schinkel-Concurrenzen verbunden. Die im Jahre 1855 bewilligten Preise von je 300 Thlr. für die Arbeiten im Land- und Wasserbau wurden durch Se. Majestät den König im Jahre 1856 auf je 100 Stück Fr.d'or erhöht, während der Verein gleichzeitig noch silberne Medaillen als Prämien stiftete. Eine Fülle vortrefflicher Arbeiten ist in Veranlassung dieser Concurrenzen geliefert, und die Studienreisen, zu deren Ausführung die Preise Sr. Majestät des Königs bestimmt waren, sind für eine stattliche Reihe talentvoller Künstler und Ingenieure das Mittel zu ihrer weiteren Ausbildung geworden.

Das Bewufstsein stetigen strebenden Bemühens dürfen wir haben, wenn wir heute auf das von unserm Verein zurückgelegte halbe Jahrhundert blicken.

Was aber Gutes und Schönes in unserer Corporation geleistet wurde, — seine letzte Quelle ist — hier wie überall — das Festhalten der Ideale, der ideale Zug, der uns nie verlassen möge; — der „das Seelenlose mit des Lebens Widerhall erfüllen kann," wird Beseeltes in reinem Accord erklingen lassen.

Und das sei mein Festwunsch, den die Ehre dieses Platzes am heutigen Tage auszusprechen mir gestattet:

Mag die Jugend unseres Vereins die Ideale wahren, dafs wir von einem Jeden sagen dürfen:

„Bis an des Aethers bleichste Sterne
„Erhob ihn der Entwürfe Flug,
„Nichts war so weit und Nichts so ferne,
„Wohin ihr Flügel ihn nicht trug."

Und kommen die Lebensjahre, da diese Flügel uns, die Verbrauchten, verlassen, um eine neue Jugend zu tragen, so bleibe uns die Lust, die Kraft und die Ausdauer zu der Beschäftigung,

„Die zu dem Bau der Ewigkeiten
„Zwar Sandkorn nur für Sandkorn reicht,
„Doch von der schweren Schuld der Zeiten
„Minuten, Tage, Jahre streicht." —

Es lebe, wachse und blühe der Verein!

Die Mitgliederzahl des Vereins hat sich im vorigen Jahre von 971 auf 1032 gesteigert. An 33 von durchschnittlich mehr als 120 Mitgliedern besuchten Sitzungen wurden 22 gröfsere Vorträge gehalten. 15 Excursionen fanden während der Sommer-Monate statt. 36 Entwürfe betheiligten sich an den Monats-Concurrenzen, 9 an der Schinkel-Concurrenz. Die Einnahmen des Vereins beliefen sich pro 1873 auf 7200 Thlr., die Ausgaben auf 6500 Thlr.

Die neuen Aufgaben für die Schinkel-Concurrenz pro 1875 sind:

I. im Gebiet des Landbaues: Entwurf zu einer grofsen Landesbibliothek in der Residenz.

II. im Gebiet des Ingenieurwesens: Entwurf zu einem Theile der Berliner Stadtbahn.

Die gedruckten Aufgaben werden heute den Festtheilnehmern, wie üblich, zugestellt.

Bei der diesjährigen Schinkel-Concurrenz haben Preise nur im Gebiet des Landbaues zuerkannt werden können.

In Folge diesseitiger Bitte ist die Allerhöchste Genehmigung zur Theilung des Preises von 100 Fr.d'or in 2 Preise à 50 Fr.d'or ausnahmsweise gegeben worden.

Der Entwurf des Bauführers Herrn Paul Küster aus Berlin, mit dem Motto: Bausteine hat einen Preis von 50 Fr.d'or und die Schinkel-Medaille erhalten; auch ist diese Arbeit als Probe-Arbeit zum Baumeister-Examen acceptirt worden.

Der Entwurf des Architekten Herrn Ernst Steenbock aus Rostock, mit dem Motto: Caracalla hat einen Preis von 50 Fr.d'or und die Schinkel-Medaille erhalten.

Der Entwurf des Herrn Otto Weger aus Königsberg i/Pr., mit dem Motto: Aqua hat die Schinkel-Medaille erhalten; auch ist diese Arbeit als Probe-Arbeit zum Baumeister-Examen angenommen worden.

Der Entwurf mit dem Motto: Proteus, dessen Verfasser im Verein nicht ermittelt wird, ist als Probe-Arbeit für das Baumeister-Examen angenommen worden.

Nachdem durch Se. Exc. den Herrn Handelsminister Dr. Achenbach die Vertheilung der Preise an die prämiirten Concurrenten erfolgt war, hielt Herr Prof. Dr. Grimm die nachstehende Festrede*) über

Schinkel als Architekt der Stadt Berlin.

Ich will sprechen über Schinkel als den „grofsen Architekten der Stadt Berlin". Nicht nur von dem soll die Rede sein, was er gebaut hat, sondern von dem zumeist, was er bauen wollte, von seinen Projecten für die Stadt, welche Projecte geblieben sind. —

Wenn wir das eigentlich Gemeinsame grofser Männer zu bestimmen versuchen, so finden wir, dafs sie, mögen sie sich bethätigt haben auf welchem Gebiete sie wollen, Organisatoren gewesen sind.

Nicht allein für Politiker gilt das Wort. Homer hat das gesammte geistige Leben seines Volkes erfafst und gestaltet. Er hat in seiner Ilias und Odyssee wie aus dem härtesten Metalle Schienen gezogen, von denen das Phantasieleben der Griechen niemals wieder abwich. So hat Phidias sich der Sculptur bemächtigt und die Formen der Götter festgestellt, die er für lange Jahrhunderte, so wie er sie im Geiste zuerst sah, als höchste Herrscher einsetzte. So haben in näheren Zeiten Dante, Luther, Voltaire, Goethe, jeder von seinem Punkte aus, ihre Herrschaft über Zeitgenossen und Zukunft begründet.

Ueberall bei der Thätigkeit dieser Männer sehen wir den Trieb auf das Allgemeine, Ganze. Nicht als besondere individuelle Erscheinungen sollen ihre Werke den Genufs Einzelner bilden, sondern auf das gesammte geistige Leben sollen sie wirken. Dante, Voltaire, Lessing, Goethe sehen wir als Dichter, als Schriftsteller, als Gelehrte thätig: sie breiten sich aus nach allen Richtungen. Sie verlangen nicht blofs Bewunderer, sie wollen Unterthanen haben.

In diesem Geiste nun sehen wir Architekten sich eines Platzes bemächtigen, um ihn zu ihrer eignen Schöpfung umzugestalten. Hier nenne ich Michelangelo und Schinkel. — Jeder von beiden wollte seine Stadt in seinem Sinne zu

*) Mit besonderer Genehmigung des Verfassers aus den preufs. Jahrbüchern hier abgedruckt.

einer Hauptstadt erheben. Nicht blofs Gebäude sollten aufsteigen, sondern auch, was die Bewohner dieser Häuser dächten, sollte zuletzt ein Resultat der scheinbar nur architektonischen Arbeit sein. Michelangelo gelang es völlig. Er erfand eine neue Architektur für das Rom, das durch die auf dem Trientiner Concil neuconstituirte Macht der Päpste einige Jahrhunderte lang wieder Europa beherrschte. Aber aufserdem: er übte durch seine Malereien und Sculpturen auf die, welche dieses Rom bewohnten, einen Einflufs aus, wie nur Phidias vor ihm.

Schinkel machte nur einen Versuch. Er wollte aus Berlin die erste Stadt Deutschlands machen. Und wiederum, auch er wollte nicht nur Strafsen und Plätze mit seinen Bauten besetzen, sondern auf die Anschauungen derer, die sie bewohnten, wollte er entscheidend wirken. Daher seine wunderbare künstlerische und wissenschaftliche Thätigkeit. In dem wenigen, das er an Schriften unvollendet hinterliefs, ist eine Kunstlehre enthalten, die völlig an's Licht tretend, den gröfsten Einflufs gehabt hätte. Und so enthalten seine Gemälde für die Vorhalle des Museums eine ausgebildete Philosophie der ersten Zeiten menschlicher Entwickelung. Aber es wurde nichts vollendet. Seine Lebenskraft brach ab in den Jahren, wo seine Schöpfungen dieser Kraft am meisten bedurften. Er starb als gerade der König den Thron bestieg, mit dem er sein Werk vielleicht hätte beendigen können.

Indessen wo es sich um Männer ersten Ranges handelt, da läfst die Geschichte zuweilen das Gewollte für das Vollendete gelten. Deshalb, wenn ich heute von dem zumeist reden will, was Schinkel nur projectirte, werden die Dinge dennoch greifbar genug erscheinen. Deshalb auch sei zwischen Schinkel und Michelangelo, als ganz bescheidener Städteerbauer, noch ein dritter Künstler erwähnt, bei dem es weder zu vollem, noch zu halbem Erfolge kam, da Alles völlig im Bereiche der Phantasie sich ereignete: Albrecht Dürer, der eine Stadt erbauen wollte als Hauptstadt eines von ihm geträumten Königreiches. Zu dieser ist niemals ein Stein bewegt worden, sie besteht nur, sehr wenigen bekannt, auf dem Papiere, aber Dürers grofser Name bewirkt, dafs wir von ihr reden wie von etwas das Existenz hat.

Das Rom, an das Michelangelo herantrat, war ein ungeheures Gemisch von Ruinen aller Epochen, zwischen denen Kirchen, Paläste und Häuser, wiederum aller Epochen, in planloser Verwirrung durcheinander gestellt, sich erhoben. Jede architektonische Form war da vertreten. Alle Zeiten hatten gebaut, zerstört, restaurirt. Ein Chaos über und unter der Erde. Raphael wagte sich daran, wissenschaftliche Ordnung in diese Dinge zu bringen. Seine letzte grofse Unternehmung war die Durchforschung und Aufnahme der Ruinen, um nach den Resten die ehemaligen Formen der Gebäude zu reconstruiren. Bei den Ausgrabungen dafür hat er sich den Tod geholt.

Michelangelo aber galt es, ein neues Rom zu schaffen. Zwei Hauptpunkte der Stadt fielen in seine Hände: das Capitol und die Peterskirche. Beiden hat er den Stempel seines Geistes aufgedrückt. Der Palast Farnese trat hinzu: Brücken, Kirchen, Thore, Prachtanlagen: Alles jedoch Nebendinge, verglichen mit Capitol und Peterskirche. Nichts war vollendet als er starb: mit so kräftiger Hand aber hatte er die Linien gezogen, die inne zu halten waren, dafs kein Abweichen davon möglich war, und heute steht die Kuppel der Peterskirche da wie er sie im Modell hinterliefs, und das Capitol wie er es wollte, und wer von diesem herab auf Rom blickt, sieht in den unzähligen Kuppeln und Palästen nichts als eine Schöpfung des grofsen Buonarotti. In Capitol und Peterskirche hat er den Adam und die Eva eines grofsen Geschlechtes geschaffen, das sich herrschend über den alten Ruinen erhob und das heute noch in Rom fortlebt. Niemals vorher und niemals nachher, soviel wir wissen, hat ein Architekt das geleistet. Der Neubau Roms, für dessen feineren Schmuck nicht minder derselbe Mann als Bildhauer und Maler wirkte (so dafs nichts anderes neben ihm aufkommen konnte), ist eine That, welche Kräfte verlangte wie das Emporbringen eines neuen Reiches.

Wie arm und wesenlos erscheint solchen Erfolgen gegenüber Albrecht Dürers bescheidener Versuch. In einer Stadt lebend, in der es sich seiner Zeit nur im beschränkten Sinne um bahnbrechende Bauten handelte, erfüllt gleichwohl von der Unruhe des Geistes, der zum Aufbau des Protestantismus bei uns führte, träumte Dürer von der Residenz eines idealen Königs in einem Lande, das er nicht näher bezeichnet hat, aber das nur Deutschland sein konnte, und beschrieb, wie sie gebaut werden müsse.

Dürers Geist strebte nicht weniger als der Michelangelo's dem Grofsen zu. Die anwachsende innere Macht seiner Gemälde bekundet es. In der Architektur jedoch versagte ihm der Stoff und er konnte nur als Schriftsteller wirken. Immer ja hat beschränkte Energie sich in Schriftstellerei Luft gemacht. Dürer, der keine Dome und Paläste zu bauen fand, der höchstens ein paar Façaden aufrifs, wo es sich um aufzumalende Ornamente handelte, schrieb sein Buch über die Befestigung der Städte und errichtet, als letzte Blüthe seiner Theorie, die befestigte Residenz eines Deutschen Königs.

Dürers Befestigungslehre ist werthvoll. Das sogenannte neupreufsische System ist als auf den Principien beruhend erkannt worden, welche Dürer aufstellte. Ihm aber genügte es nicht, nur Mauern und Bastionen zu schaffen: die ganze Stadt wollte er organisiren, der diese Vertheidigungswerke zu Gute kämen. Bei Vitruv fand er den Gedanken der Städtegründung nach rationellen Principien zuerst und suchte ihn für Deutschland auszubeuten. Er beschreibt die vortheilhafteste geographische Lage dieser Stadt seines Herzens. Er legt die befestigte Königsburg in die Mitte, ordnet die Anlage der Bürgerhäuser rings umher und bestimmt, wo Kirche, Brauhaus, Rathhaus und Begräbnifsplatz liegen sollen, und wie die Gewerke in den Strafsen zu vertheilen seien. Man fühlt, dafs der Gedanke an neue sittliche Ordnungen des Deutschen Lebens damit verbunden waren. Damals dachte man nicht an Länder- und Volksvertretung: das weiteste was der städtische Politiker kannte, war die Stadt. Venedig war das irdische Musterbild das vorschwebte, das neue himmlische Jerusalem das theologische Symbol dafür. Die letzten Consequenzen dieser Lehre kamen im Reiche der Wiedertäufer rasch genug damals zur Blüthe. In Münster safs nun ein König inmitten seiner Stadt, eine schauderhaft carrikirte Verwirklichung idealer Hoffnungen, welche Deutschland damals erfüllten.

Albrecht Dürers Stadt hat für keine Städtegründung in Wirklichkeit je die Norm gegeben. Dennoch lag in seinem

Phantasiegebilde das verborgen, was für eine neue Generation von Städten, des protestantischen Deutschlands Lebensprincip wurde. Die Landeshoheiten erhoben sich damals über die Reichsstädte. Das befestigte Schlofs wurde das Centrum der neu aufkommenden Hauptstädte: der residirende Fürst war es, dem alle Bewegung zuströmte, von dem Alles ausging. Neben den bestehenden umfangreichen freien Bürgerfestungen, für die jedoch eine Grenze des äufsern Wachsthums gezogen war, begannen sich die Schlösser der neuen Herren zu Städten auszudehnen, wachsthumsvoll und mit freiem Horizonte ringsumher. Die glänzendste aber unter diesen Königsstädten ist Berlin geworden.

Es ist merkwürdig, wie früh schon unser Sumpf- und Sandboden das Genie eines grofsen Künstlers lockte, sich hier zu bethätigen. Als die zerstreut liegenden, durch die Regierungskunst des grofsen Churfürsten dennoch zu einem Ganzen vereinigten frühesten Elemente Preufsens den Titel eines Königreiches annahmen, fafste Schlüter den Plan, Berlin zu einer Hauptstadt für die aufkommende Macht zu gestalten. Was wir heute von seinen Arbeiten sehen, sind nur Theile seines umfangreichen Projectes. Für ihn lag das Schlofs damals nicht inmitten Berlins, sondern gehörte nach Westen hin zu den Anfängen einer neuen Stadt auf der anderen Seite des Flusses. Das alte städtische Berlin liefs Schlüter unberührt:*) das neue königliche Berlin wollte er aufrichten. Der Schlofsplatz, in dessen Mitte hinein die breite Schlofsbrücke führen sollte, bildete das Centrum, um das Alles sich gruppirte. Wo die heutige Stechbahn steht, oder vielmehr stand, sollte die Façade eines Domes sich erheben. Alles grofs und weit gedacht; Plätze und Gebäude im Style Michelangelo's, in dessen Geiste Schlüter, als sein letzter ächter Nachfolger, als Baumeister und Bildhauer gearbeitet hat.

Warum diese Pläne scheiterten, habe ich hier nicht auszuführen. Auch nichts zu sagen von denen Friedrichs des Grofsen, der mit seinen Bauten abermals um ein bedeutendes nach Westen vorrückte. Friedrich wohnte nicht in Berlin. Berlin vergröfserte sich im Laufe des vorigen Jahrhunderts ohne dafs die Eingriffe bedeutender Künstler aus einer höheren Perspective die Wege geregelt hätten, die man einschlug.

Preufsen hatte nach den Freiheitskriegen die Berechtigung empfangen, nicht blofs, wie bisher, ausnahmsweise und auf Grund besonderer Leistungen, sondern als reguläres Mitglied des Collegiums der europäischen Grofsmächte zu figuriren. Der nächste Schritt konnte nur der sein, „Preufsen" in „Deutschland" umzugestalten. Wie sehr das auch in Abrede gestellt werden mufste: der Strom der Begebenheiten trug uns vorwärts in dieser Richtung, und was geschah, wurde absichtlich oder unabsichtlich gethan, die Wege zu diesem Ziele zu ebnen. Berlin repräsentirte Norddeutschland. Kaum war nach dem Kriege die erste Erschöpfung öffentlicher Mittel überwunden, als Friedrich Wilhelm der Dritte daran dachte, grofsartige Bauten aufzuführen. In den zwanziger Jahren hauptsächlich hat sich diese architektonische Umarbeitung der Stadt vollzogen. Hier aber kam es nicht darauf an, der Mit- und Nachwelt grofsartige Werke vor Augen zu stellen als Denkmale der Prachtliebe eines mächtigen Königs — so hatte Schlüter noch die Sache aufgefafst —: sondern es handelte sich darum, bei äufserster Sparsamkeit möglichst Grofses auszuführen, überall, wo nur das Schöne gewollt schien, dennoch fast ausschliefslich von der Idee des Nützlichen auszugehen, zu benutzen was an vorhandenen Resten alter Bauten irgend verwendbar war, umzubauen, aufzuarbeiten, zu maskiren. Dem Architekten erwuchs nicht die Aufgabe: als genialer Künstler gewaltige Pläne zu ersinnen, sondern als geübter Beamter billige, umfangreiche Nützlichkeitsbauten so zu errichten, dafs sie die Gestalt monumentaler Schöpfungen von tadelloser Schönheit annähmen. Und hierfür fand der König Schinkel.

Er, geschult im preufsischen Dienste, begriff gleich den andern Beamten Friedrich Wilhelms des Dritten, dafs es Preufsens Aufgabe damals war, seine geringen Mittel würdig zu verwalten. Das ist das Grofse jener Generation, von deren staatsmännischer Arbeit wir jetzt erst zu wissen beginnen, dafs sie ihre Mission mit heroischer Selbstverleugnung erfüllte. Jeder war stolz darauf, mit dafür einzustehen, dafs unsere Armuth zur Verwendung komme als wenn sie Reichthum sei. Und deshalb, so peinlich es ist, Schinkel als geplagten rechnenden Chef des preufsischen Bauwesens über Plänen sich abmühen zu sehen, welche selten überhaupt, niemals aber in ihrer ersten vollen Gestalt zur Ausführung kamen: historisch betrachtet bildet diese verzehrende Arbeit einen Theil seines Ruhmes.

Und nun ist es ein bewundernswürdiger Anblick, was Schinkel unter diesen Verhältnissen geleistet hat. Schinkel fafste sein Berlin, wie Michelangelo sein Rom gefafst hatte, im Ganzen, um es zu organisiren. Auch er liefs, wie Schlüter gethan, was östlich vom Flusse lag, aufser Rechnung. Es kam darauf an, der westlichen Stadt das volle Gepräge einer Hauptstadt zu geben. Die Plätze und Strafsen nimmt Schinkel in Beschlag, die Thore, auf die es am meisten ankam, die Umgegend zieht er in seine Projecte hinein. Ist auch nur ein geringer Theil von dem wirklich entstanden, was er zu bauen vorschlug: so ist dies doch mit so intensiver Kunst ausgeführt worden, dafs es in Verbindung mit dem, was Schinkels Schüler bauten und was sein Freund und Genosse Rauch an Denkmalen aufstellte, maafsgebend für die moderne Physiognomie der Stadt geworden ist.

Treten wir nun in das Berlin ein, das Schinkel bauen wollte, wie seine Skizzen und Zeichnungen ausweisen.

Der Bau des Potsdamer Thores, wie wir ihn heute gleichfalls von Schinkel ausgeführt erblicken (freilich so, dafs Mauer und Thore selbst verschwunden sind), entsprach den höheren Gedanken nicht, die er für diese Stelle hegte. Hier sollte ein Dom sich erheben, als Erinnerungsbau an die gewonnenen Schlachten der Freiheitskriege. Von dem Beginn der Leipzigerstrafse bis weit über die vielgenannte Ring'sche Apotheke hinaus, sollte, bei Vorschiebung der Stadtmauer sammt den Steuergebäuden und Verlegung der Potsdamer- und Bellevuestrafse, ein langgestreckter Platz entstehen, von Baumreihen eingefafst. In seiner Mitte ein Dom in gothischer, oder, wie Schinkel zu sagen vorzieht: vaterländischer Bauweise. Vor und hinter ihm, nach Strafse und Thor zu, Springbrunnen als Centren der sich bildenden Plätze. Durch das Thor aber, und über die Stadtmauer hinüber, die in ein Gitter aufgelöst werden sollte, würde das Grün der Gärten

*) Es ist hier nicht von einzelnen Werken die Rede, sondern von der Umgestaltung des Ganzen. Schlüter hat auch im alten Berlin gebaut.

draufsen unmittelbar an das des Platzes sich anschliefsen und so den Uebergang der Stadt in die Landschaft vermitteln. Der Preis der zu erwerbenden Grundstücke schien kaum der Rede werth. Wie von einer stillen Gegend spricht Schinkel von diesem Platze, der für die Anlage einer Kirche besonders passend sei.

Bildete dieser Dom den Augenpunkt für die die Leipzigerstrafse Herabkommenden: so sollte nach der anderen Richtung ein Thurm den gleichen Dienst leisten, der zwischen Dönhofsplatz und Spittelmarkt, in die Mitte der Strafse vorspringend, seine Stelle fände. Für diesen Thurm besitzen wir wohl die zahlreichsten Projecte, welche von Schinkel je für denselben Bau entworfen worden sind. Es scheint, als habe er den „Thurm an sich" entdecken wollen. Griechische, gothische, römische, romanische, italienische Elemente benutzt er. Den Vorrang haben die Zeichnungen, welche unter dem Einflusse von Giotto's Glockenthurme entstanden sind. Die Spitze sollte ein Erzengel Michael zieren, als Symbol des niedergeworfenen Feindes, in demselben Sinne aufgestellt, in dem die Florentiner Bildsäulen des David oder der Judith errichteten.

Auch an diesem Punkte der Leipzigerstrafse, und in Verbindung mit diesem Thurme, wollte Schinkel seine Siegeskirche erbauen und zwar in verschiedener Richtung aufgestellt. Einmal sollten zwischen Commandantenstrafse und Sparwaldbrücke Häuser niedergerissen werden: die Achse des Baues hätte dann von Norden nach Süden sich gestreckt. Nördlichster Punkt war der Thurm, durch einen Bogen, welcher freien Verkehr nebenher gestattete, mit einem saalartigen Vorbau verbunden, durch den man erst in die sich anschliefsende runde Kirche gelangte. Einmal ist das Ganze gothisch projectirt. Der Saal bildet hier einen dreischiffigen Raum, während die Wölbung der Kirche von einem grofsen Mittelpfeiler ausgeht. Dann wieder, antik gedacht. Hier sehen wir die Kirche als eine Nachbildung des Pantheons, zugleich als den Versuch einer Restauration desselben. Ein freier Platz mit Baumreihen würde die Kirche umgeben haben.

Einem andern Plane nach sollte die Achse von Osten nach Westen laufen und der Dom so stehen, dafs die Façade die heutige Spittelkirche durchschnitten, der Bau übrigens aber das Einreifsen der Anfänge der Wallstrafse gefordert haben würde.

Auch für die in der Nähe gelegene Petrikirche machte Schinkel neue Pläne; weiter nach Osten aber über den Flufs hinüber ging er nicht vor. Seine Vorschläge zum Umbau des Rathhauses sind mehr Lösungen einer practischen Aufgabe als Lieblingsarbeiten, auch tragen sie keinen monumentalen Charakter. Gehen wir von der Leipzigerstrafse zu den nördlich von ihr liegenden Stadttheilen über.

Auf dem Gensdarmenmarkt fänden wir (wären Schinkels Absichten durchgedrungen) das Schauspielhaus in anderer Umgebung. Denn völlig in den Styl sich hineindenkend, in dem die beiden Thurmbauten dort gehalten sind, hatte Schinkel eine Aenderung der angehängten Kirchen projectirt, ein Unternehmen, das die kommende Zeit ohne Zweifel früher oder später ausführen wird. Auch das Schauspielhaus wäre noch monumentaler ausgefallen, hätten nicht stehengebliebene Brandmauern benutzt werden müssen.

Hinter der katholischen Kirche wollte er dann die — bis vor kurzer Zeit noch geschlossene — Französische Strafse durchbrechen, und rechts, wo das Telegraphenamt steht, sollte die neue Landesbibliothek sich erheben, deren Local damals schon als ungenügend erkannt worden war. Die Strafse sollte dann verbreitert werden, um der Werderschen Kirche einen würdigen Vorplatz zu schaffen, für die wir vier Pläne auf einem Blatte zur Auswahl zusammengestellt finden. Zwei in antiker, zwei in gothischer Form gehalten: alle darin übereinstimmend, dafs sie für einen freieren Platz berechnet waren. Am schönsten erscheint mir der, welcher einen corinthischen Tempel römischer Bauart copirt, während am nördlichen Ende sich eine flachgedeckte säulenumstellte Kuppel hoch erhebt, deren Gestalt an die Art Bramantes erinnert.

Nun an der Bauschule vorüber, die Schinkels eigenste und eigenthümlichste Schöpfung ist. An die Brücke, an Stelle der Mühlen, links dem Schlosse zu, wollte er ein Kaufhaus bauen. Dagegen mitten auf dem Schlofsplatze sollte ein Siegesbrunnen sich erheben: sprudelnde Wasserbecken mit mannigfachen Figuren übereinander, und auf der Höhe eine thronende Borussia, das Schwert schwingend, dessen Griff das Landwehrkreuz bildete.

Doch wir schreiten nun dem Platze zu, an dem das erhabenste unter all seinen Werken errichtet worden ist, das Museum.

Wenn wir Goethe's Iphigenie ein in glücklicher Ehe des Deutschen und Griechischen Geistes gezeugtes Kind nennen, dann ist das Museum Schinkels Iphigenie. Niemals betrete ich seine freie Säulenhalle, ohne dafs ein Hauch des Athenischen Lebens befreiend mich anweht. In diesem Baue hat Schinkel sich das würdigste Denkmal gestiftet. Wird auch die Halle, von der ich rede, noch immer durch jene zweite untere Gemäldereihe verunziert, für welche sich leider noch kein Topf mit Tünche gefunden hat, so überwindet der Glanz des Ganzen auch diese unglückliche Zuthat. Niemals ist den Werken der Kunst ein ehrfurchtgebietenderes Haus gebaut worden.

Für das Museum hat Schinkel von Grund auf Alles schaffen müssen. Kein Wunder, wenn er den Lustgarten in seiner neuen Gestalt als ihm besonders zugewiesen betrachtete. Zwischen Schlofs und Dom, weit jedoch über den Platz vorspringend, welchen die Schlofsapotheke einnimmt, wollte er für Friedrich den Grofsen einen Erinnerungsbau aufthürmen. Auf einem stufenreichen Unterbau sollte, nach zwei Seiten vortretend, eine offene Säulenhalle sich erheben, drei Etagen übereinander, drei Rückwände mit Gemälden, welche Friedrichs Thaten schildern. Diese offne Halle nahm das Denkmal in ihre Arme: einen Siegeswagen mit vier Rossen, auf dem der Held einherzieht. Hoch über der Mitte der Halle, hinter ihr stehend mit der Grundfläche, ragt ein corinthischer Tempel auf, während rechts und links ihre Vorsprünge mit lebendigem Grün besetzt waren. Es kann nichts Festlicheres, Sieg und Ruhm mehr verkündendes gedacht werden.

Zwei Gedanken mufs ich hier berühren.

Erstens: wie kam Schinkel dazu, dies in seiner Structur griechische Werk — etwa Trajan oder Hadrian würden so gebaut haben — dicht neben das in italienischer Renaissance gehaltene Schlofs zu setzen? Auf einer seiner Skizzen fand ich folgende, darauf anzuwendende Bemerkung.

Er schreibt:

Hauptprincip.

„Jede Construction sei rein, vollständig und in sich selbst abgeschlossen. Ist sie mit einer anderen, von einer anderen Natur verbunden, so sei diese gleichfalls in sich abgeschlossen und finde nur den bequemsten Ort, Lage, Winkel, sich der ersteren anzuschliefsen. Dies jedoch immer so, dafs der Anblick sogleich jede von der anderen unterscheiden kann und jede in ihrem ursprünglichen Charakter vollkommen herausstellt, aber auch jede in ihrer inneren Vollendung, wohin auch die artistische gehört, vollkommen befriedige.“

Aus dieser Anschauung heraus gewann Schinkel die Unbefangenheit, Monument an Monument zu reihen ohne dafs die Verschiedenheit des Styles in Betracht kam.

Und ferner eine Bemerkung über das Baumwerk, welches die Höhe des Friedrichsbaues krönen sollte.

Bei allen Bauten Schinkels sehen wir die Bäume eine Rolle spielen. Kein Project beinahe, das die Gebäude nicht als dicht umgeben von reicher Vegetation hinstellt. Garten und Gärtchen werden oft als architektonische Ingredienzien verwendet. Ging es nach ihm, so wäre Berlin wie ein idealer Wald, aus dem die Kirchen, Schlösser und Bildsäulen sich erheben. Den Lustgarten sehen wir dicht von ihm bewaldet, die Brücke zu beiden Seiten in hohe Baumpartieen ausmündend. Wir werden bald sehen, bei welcher Gelegenheit er dies Princip am ausgiebigsten anwendet.

Noch einen Blick auf den Dom, wie Schinkel ihn umbauen wollte. Eine alte Kirche mit Renaissance-Kuppel stand da, ein Gebäude von, wie Schinkels Bericht sagt, sprichwörtlicher Häfslichkeit. Seine Grundmauern sollten verwerthet werden. Schinkel legte viele Pläne vor. Sein grandiosester Entwurf zeigt den Dom höher, breiter und weiter auf den Platz vortretend. Ein massiver, sich breit erstreckender Unterbau mit nach drei Seiten hin tempelfaçadenartigen Vorbauten, zu denen Stufen führen. Ueber deren Giebeln, das Ganze umfassend eine Attika, mit runden grofsen Fenstern, beherrscht von einer kräftig vorspringenden Krönung. An den Ecken dieses Baues niedere, aus zwei säulenumstellten Stockwerken gebildete, flache Thürme; in der Mitte eine gewaltige, von freien Säulen umringte Kuppel mit stufenförmiger Abdachung. Das Ganze grofsartig, aber fein in den Gliederungen, etwa als habe man das Project der Peterskirche, das Michelangelo ausführen wollte, in die schlankeren Formen Bramante's zurückübersetzt.

Noch aber bleibt Schinkels Hauptproject für den Lustgarten zu erwähnen.

Wer heute über die Brücke gehend nach dem Museum zu scharf links abbiegt, ahnt nicht, dafs dieser Platz, dicht an der Brücke, die Stelle war, für die Schinkel eine Fülle von Entwürfen, abermals zu seinem Friedrichsdenkmale entworfen hatte. Einen Reichthum offenbaren diese Skizzen, der gleichsam eine ganze Denkmalkunde enthält. Alle Combinationen scheinen erschöpft, vom einfachen Reiterstandbilde, wo wir den König, wie den Capitolinischen Marc Aurel zu Pferde, über einen Grund zerbrochener Waffen hinreiten sehen, bis zu den complicirtesten Erfindungen, wo Hallen, Tempel, Obelisken, Stelen, Triumphbogen verwandt worden sind, als hätte Schinkel durch die alle Möglichkeiten erschöpfende Mannichfaltigkeit seinen königlichen Bauherrn nöthigen wollen, sich für einen dieser Vorschläge zu entscheiden. Auch mufste der an jeder Seite ganz anders sichtbare Platz ihn auf's höchste reizen. Dicht am Wege befindlich, hinderte er doch Niemand, liefs zugleich aber, man mochte kommen woher man wollte, Niemandes Blicke los. Recht als hätte ein Athener ihn für ein Monument ausgewählt.

Allein der König entschied sich nicht und Schinkel mufste abermals wandern mit seinem Projecte. Endlich schien er nun den rechten Standort entdeckt zu haben: mitten auf dem Platze zwischen Universität und Opernhausplatz. Die veränderte Localität erforderte eine andere Gestaltung des Monumentes: eine Säule, wie die des Antonin oder Trajan in Rom, soll aufgerichtet werden. Ein Umgang von dorischen Säulen umgiebt ihre Basis. So angemessen für die Stelle erscheint wiederum dieser Vorschlag, dafs, stände die Säule heute da, Niemand, wie beim Brandenburger Thore, Berlin ohne sie würde denken können.

Diesem Platze nun aber in noch grofsartigerer Weise eine neue Gestaltung zugedacht in einem Projecte für Erbauung des heutigen kaiserlichen Palais. Hier zum erstenmale sehen wir Schinkel etwas vernichten wollen: die Bibliothek sollte fallen zu Gunsten des neuen Palastes. Ihrem Inhalte war hinter der Universität, an der Ecke, welche der botanische Garten einnimmt, ein neues Haus zugedacht: ein von vier gleichen Fronten umschlossenes Gebäude, das sich der Bau-Akademie vergleichen läfst, und denen einfache, sachgemäfse Architektur, verbunden mit vorzüglichen Grundrissen, den überzeugenden Eindruck von Zweckmäfsigkeit macht.

Dieser Abbruch der alten Bibliothek war indefs nicht bei allen Projecten für das Palais Bedingung; bei einigen sehen wir sie erhalten, alle diese bei weitem reicher als die definitive Form, in der wir das Gebäude heute erblicken. Schinkels schönster Entwurf dagegen verlangte Raum. Ueber Paläste hatte er seine eigenen Ideen, die er hier einmal wieder zu verwirklichen versuchte.

Zuerst sehen wir ihn zwei Etagen aufführen, die Front wie sie heute liegt, nur die Ecke mehr in den Platz hinein. Diesen Umbau überzieht er mit einer Bekleidung von Quadern; das grofse Einfahrtthor in die Mitte einfach hineingeschnitten, wie die Einfahrt in einen Tunnel. Die ganze Höhe dieser zwei Etagen krönt ringsum ein umlaufender Balkon, mit Vegetation erfüllt, und darauf erst erhebt sich der eigentliche Palast: ein einziges, hohes, luftiges Stockwerk man könnte sagen: italienisch gedacht, mit schlanken, bis auf den Boden reichenden Fenstern.

Dies die Vorderseite, und nun die Seitenansicht, dem Opernplatze zu. An Stelle der Bibliothek haben wir jetzt drei Terrassen, in grofsen Absätzen zurückweichend, auf denen sich Gärten mit üppigem Baumwuchse befinden, jede mit dem entsprechenden Stockwerke des Palastes in Verbindung, und als Abschlufs der Höhe eine lange, luftige Veranda, von der aus über den Platz herüber ein köstlicher Blick sich bieten mufste. Sommer- und Winterpalais wären in diesem Baue vereint gewesen. Einen Anfang dessen haben wir hier vor uns, was in den Plänen zum Schlosse Orianda endlich zu einem herrlichen architektonischen Gedichte angesponnen ward.

Noch einmal versucht Schinkel auch hier seine Friedrichssäule aufzustellen, als Abschlufs der Linden aufgefafst, an der Stelle wo heute das Monument steht; und noch an einer

anderen Stelle versucht er für den Prinzen von Preufsen, heute Se. Majestät den Kaiser, ein Palais zu bauen. Die eine Ecke des Pariser Platzes occupirte Schinkel durch den Palazzo des Grafen von Redern: die andere Ecke sollte für das Palais dienen. Die Façade hätte dem Platze zu gelegen, der Art, dafs die Achse des französischen Gesandtschaftshauses gerade auf ihre Mitte ging. Das Ganze in Quadern aufgeführt, die Ecke nach den Linden hin als viereckiger Thurm mit Balcons vorspringend. Hauptsache war hier die Einrichtung der Gärten, welche, durchschneidend, bis an die Spree sich erstrecken sollten, mit Rennbahnen und allem was die Erinnerung an italienische Gartenpracht aus Schinkels Phantasie herauslockte. Die Umgebungen des Brandenburger Thores mufsten damit in Einklang gebracht werden. Die Stadtmauer vor allen Dingen in ein Gitter verwandelt und mit Grün maskirt. Die Strafse bis zum Potsdamer Thor mit Villen besetzt. Vor dem Brandenburger Thore, aufsen, ein Platz durch eine niedrige breite Balustrade abgeschlossen, die sich nach den drei Hauptrichtungen in weiten Oeffnungen aufthat, jede zur Rechten und Linken mit Postamenten besetzt, auf denen Pferde- und Hirschgestalten ihren Stand hatten. Das Ganze parkmäfsig gedacht und nicht im entferntesten dem heutigen Verkehre genügend.

Bekannt ist, wie Schinkel aufserhalb Berlins vorstädtische Kirchen gebaut, wie er die Thore übrigens zum Theil occupirt hat, wie er neue Wege und Points de vue für den Thiergarten angab. Seine Mappen zeigen, wie er, neben diesen Projecten für feste Standpunkte, eine Fülle von Bauten im Geiste trug: Dome, Denkmale, festliche Schmuckbauten, die er auf dem Papiere ausführte — für Berlin, hoffnungslos von vornherein, dafs sie jemals irgendwo zur Entstehung kämen. Seine tröstende Göttin war zuletzt die Resignation geworden. Das gröfste all seiner Projecte jedoch, an dessen mögliche Ausführung er wenigstens beim Hinwerfen der ersten leichten Skizze geglaubt hat, bleibt noch zu erwähnen: die grandiose, letzte künstlerische Ausbildung eines Siegestempels für die Freiheitskriege, der auf dem Kreuzberge stehen sollte.

Das dort vorhandene Denkmal liesse sich einem Bäumchen vergleichen, das einsam sich erhebt, während ein ganzer Wald von hundertjährigen Stämmen gleichsam projectirt war. Den Berg ringsum und weit in die Landschaft hinein sollte in der That Baumwuchs bedecken; ein breiter gerader Weg vom Halleschen Thore bis zur Höhe frei bleiben. Das Hallische Thor war zu zwei nebeneinander liegenden Thoren neu projectirt, zwischen denen auf einem Obelisken ein Engel Michael stand.

Die Spitze der Anhöhe nun, die wir Kreuzberg nennen, sollte, frei von Bäumen, in drei grofsen Absätzen schräg abgestuft werden. Auf dem Plateau oben erhob sich ein viereckiger Unterbau. Die Ecken glatt, die etwas nach innen geneigten Seitenwände als Bogen gegliedert. Der Rand des Ganzen oben ringsum mit Bäumen eingefafst.

Auf der so construirten Basis erhebt sich ein glatter cylinderförmiger Bau, aus dem nach den vier Himmelsrichtungen antike Tempelfaçaden hervorspringen, zu denen reiche Treppen emporführen. Hoch über ihren Giebeln schliefst auch dieser Rundbau glatt ab, wiederum rings mit einer Baumreihe besetzt. Nun erst war der Grund für die eigentliche Siegeskirche gewonnen, die aus den letzten Baumgipfeln als gothischer Centralbau in unzähligen Spitzen, die mittelste die höchste, emporstieg. Dieses Project hat etwas überwältigendes. Die Abwechselung der mächtigen Constructionen mit Baumwuchs läfst den Bau als eine natürliche Fortsetzung der Anhöhe erscheinen.

Die schöpferische Kraft der Natur fand im Architekten ihren natürlichen letzten Interpreten gleichsam. Der Mensch veredelt, was die dunkeln Erdkräfte im Rohen schufen. Ausgeführt, würde dieses Werk meilenweit in die Runde sichtbar und ein Wahrzeichen für Berlin geworden sein, wie es die Peterskuppel für Rom ward.

Das ist das Berlin, das Schinkel gebaut haben würde, wenn er gedurft hätte. Wie günstig hat das Schicksal doch für Michelangelo gewaltet. Nichts sah er vollendet als er starb, und Alles, wenn auch hier und da nicht ganz so wie er wollte, ist nach ihm emporgewachsen. Dagegen, wie kurze Zeit verflossen seit Schinkels Fortgang, und alle Bedingungen von Grund aus verändert, unter denen er für sein Berlin seine Pläne schuf.

Was ahnte er von den Bauten, um die es sich heute handelt: Eisenbahnhöfen und Fabriken, Palästen grofser Industrie- und Geldgesellschaften, Quais und Canälen, und Häusern für die Volksvertretung. Wie konnte er ahnen, welch prachtvolles Material dafür zur Verfügung gestellt werden würde. Sein Berlin war arm und menschenleer. Schinkel wollte es zum Ideale einer Deutschen Hauptstadt erheben, wo Handel und Fabrikthätigkeit kaum vertreten sind, während Universität und Akademie, neben der im verborgenen fast geräuschlos arbeitenden Staatsmaschine, die entscheidenden Momente bilden. Nach den Freiheitskriegen schien ihm und der Mehrzahl des Volkes der Frieden auf undenkliche Zeit gesichert. Die Fortentwickelung Preufsens im Deutschen Sinne konnte nur die Arbeit der Cabinette sein. Wie völlig ist das Alles über den Haufen geworfen. Heute ist Berlin die Mitte des durch Eisenbahnen und Telegraphen fest zusammengehaltenen Landes, der Punkt, zu dem die energischsten Kräfte von allen Seiten unablässig zu Tausenden zuströmen, um lärmend hier die wichtigsten Geschäfte abzuthun. Der Kaiser, der von hier aus regiert, bedarf keines Palastes mehr, als Mitte der Stadt, wo sich in Gärten friedlich Hof halten läfst. Ganz Deutschland ist seine Residenz geworden. Wie in alten Zeiten der Kaiser unaufhörlich von Stadt zu Stadt zog, überall seine Pfalzen findend, so ruft ihn auch heute die Kriegs- und Friedensarbeit seines hohen Amtes unablässig hierhin und dorthin. Mit dem Begriffe der Ruhe ist der der Residenz im alten Sinne verschwunden, bei Berlin und den anderen grofsen Städten sogar der Begriff der Stadt selber umgewandelt worden.

Die Möglichkeit, überall zu wohnen und mit einer einzigen Nachtfahrt fast überall hinzugelangen, hat den Gedanken aufgehoben, für eine gröfsere oder geringere Anzahl dicht aneinander stofsender Wohnungen, die sich an bestimmten Punkten finden, eine eigene innere Form zu suchen. Ideale Mittelpunkte der Städte sind, wie die Mauern, nur noch zufällige Ueberbleibsel früherer Zustände. Niemand mehr, der sich in der Mitte von Berlin ein Haus bauen möchte, um da friedlich alt zu werden mit den Seinigen. Einzige Erwägung ist in solchen Fällen jetzt nur, wie weit fort von dem Centrum der Geschäfte man bauen dürfe ohne Unbequemlichkeiten im Verkehre dadurch zu erfahren. Die

Tendenz ist in Berlin: Paläste zu erbauen für die, deren grofsartige Geschäfte feststehende Räume verlangen; aufserhalb Berlins aber: zu wohnen, so still als möglich, so nah als möglich der Natur, so versteckt als möglich in einem eigenen Garten. Schinkel würde mit ungeheurem Erstaunen diesen Umschwung betrachtet haben. Solche Consequenzen der entfalteten Kraft des Volkes für sein Berlin vorauszusehen, war ihm unmöglich. Seine Gebäude setzten Menschen voraus mit ruhigem, heiterem Dasein. Dürer hatte bei seiner dreifach befestigten Königsburg immer die Einfälle der Türken im Auge: Schinkel hat niemals an Festungen und befestigte Schlösser gedacht, und auch die politische Arbeit des Volkes hat niemals seine Phantasie elektrisirt.

Nur einen leisen Anklang an die Gedanken unserer Zeit könnten wir darin finden, dafs er bei dem Dome für den Platz am Potsdamer Thore betont: Volksfeste müfsten hier gefeiert werden.

Allein nehmen wir an, die Aufgaben der heutigen Zeit wären ihm nahe getreten.

Worauf kommt es heute an?

Zu fühlen, dafs bei dem ungeheuren Areal, das Berlin einzunehmen im Begriffe steht, das Terrain nicht blofs als Baugrund, sondern im höchsten Sinne landschaftlich zu verwerthen sei. Hierfür hat kein Architekt einen Blick gehabt wie Schinkel. Er würde mit der nöthigen Autorität darauf gedrungen haben, dafs die Strafsen ihre Breite, die Plätze ihre beste Lage empfingen und überall der Blick monumentalen Bauten begegnete, deren Schönheit und Würde beruhigend gewirkt hätte im verwirrenden Getöse des heutigen Lebens. Er auch hätte dafür gesorgt, dafs dem Baumwuchs überall seine volle Berechtigung zu Theil geworden. Denn wie wollen die Bewohner dieser ungeheuren Stadt, die mit ihren Kindern stundenlange Wege zu machen haben, um in die freie Natur zu gelangen, überhaupt noch erfahren, was die freie Natur sei, ohne Gärten und Plätze mit Baumwuchs, zum Spiel für die Kinder und zum Athemholen für die Erwachsenen? Der Deutsche hat eine angeborne Sehnsucht nach dem Walde. Schinkels Drang, überall Baumwuchs in seine Architektur zu bringen, ist ächt national. Michelangelo dachte nie daran. Der Romane sucht seinen Bäumen womöglich das Ansehen steifer Wände zu geben, er erträgt es, in kahlen Städten zu sitzen und aufzuwachsen. Ein Deutsches Kind aber, das nicht unter Bäumen gespielt hat, nicht auf Bäume geklettert ist, hat einen Theil seines Jugendglückes eingebüfst. Schinkel würde dargelegt haben, dafs die Verkommenheit eines immer mehr anschwellenden Bruchtheiles unserer Bevölkerung in dem gefängnifsartigen, von dem Verkehr mit der freien Natur abgeschlossenen Emporwachsen von Menschen ihren Grund hat, die von Kind auf niemals reine Luft athmeten.

Es kommt ferner darauf an: herauszufinden, welche Stellen der innern Stadt von Häusern befreit werden müssen, um Raum für offene Plätze und für monumentale Bauten zu gewinnen. Schinkel hat bewiesen, wie im Ganzen er sein Berlin auch in dieser Beziehung kannte: er würde aufs neue bewiesen haben, dafs er es auch heute zu behandeln wisse. Er aber auch, dessen Aufgabe immer war, das Vorhandene zu schonen, würde bei aller Energie im Fortschaffen des Häfslichen, Ehrfurcht bewiesen haben vor den ächten Resten alter Kunst, selbst wenn es den Anschein gehabt hätte, dafs sie im Wege ständen. Vielleicht auch, wenn Schinkel selbst Wache gehalten hätte, dafs einige seiner eigenen Werke heute nicht so unnütz zerstört worden wären, oder durch unorganische Zuthaten und Anhängsel verunziert daständen.

Endlich: ein Mann wie Schinkel wäre dazu geschaffen gewesen, für die neu aufzuführenden monumentalen Gebäude den Styl anzugeben, der der geeignete sowohl für ihren Zweck, als für den Platz wäre, auf den sie kommen sollten.

Während Michelangelo aus all seinen Erfahrungen einen Styl bilden konnte, übersah Schinkel, dem ganz andere Erfahrungen zu Gebote standen, mit wissenschaftlicher Freiheit die gesammte architektonische Entwickelung: seine historisch geschulte Phantasie reproducirte für jeden Bau die Form, die sich am besten für ihn schickte. Von unendlichen Seiten flogen ihm die Motive zu. Was würde er aus den Quadern und dem Marmor errichtet haben, für die ihm heute colossale Geldmittel zu Gebote ständen und die er seiner Zeit aus Kalkbewurf und Stuck nachahmen mufste!

Und nicht blos die grofsen öffentlichen Bauten, auch die Privatbauten würden diesen Reichthum seines Geistes an Ornamentik empfunden haben. Schinkel war es ein Leichtes, Pracht zu schaffen, wo sie verlangt wurde, und für die innere Einrichtung praktische Erfahrungen zu verwerthen. Hier wie überall geht er von den einfachsten, naturgemäfsen Gedanken aus.

Denken wir ihn als den Mann, dem ganze Stadtviertel zu bauen übertragen würden, ihn als den, der bei unbegrenztem Credit einen Palast für den Kaiser, ein Parlamentshaus,*) Paläste für die Ministerien zu errichten hätte — vergessen wir nicht, wie sehr alle seine Projecte zuerst in colossalen, die ganze Umgegend beherrschenden Formen entstanden — solche Aufgaben würden ihn in einen Rausch des Entzückens versetzt haben. Jetzt erst hätte er ein Feld gefunden, auf dem er sich mit Michelangelo messen konnte.

Schinkel heute nach dem taxiren zu wollen, was er factisch gethan hat, wäre eine Ungerechtigkeit. Seine Projecte sogar bezeichnen nicht voll den Umfang seines Geistes: wir müssen hinzuthun, was er schrieb, wie er arbeitete, wie er lebte. Träte heute ein Mann wie er wieder unter uns, er würde auf keine der Fragen, die wir an ihn zu stellen hätten, die Antwort schuldig bleiben.

Und so wollen wir Schinkel heute ehren und verehren, als stände er hier und hörte mit an, was über ihn geurtheilt wird.

Nach einer längeren Pause begann gegen 11 Uhr das Festmahl, bei welchem der Ober-Landes-Bau-Director Hagen die üblichen Gedächtnifsworte zu Ehren Schinkels sprach. Andere Toaste des Prof. Lucae, des Herrn Ministers

*) Lebte Schinkel noch, er hätte längst, innerhalb der Stadt, den besten Platz für das Deutsche Parlamentshaus ausfindig und dem Umherirren der Wahl von einer zufällig freiliegenden Stelle fiscalischen Eigenthums zur andern ein Ende gemacht. Berlin hat genug Stellen, wo Luft geschafft werden mufs, denn jede Verminderung der inneren Häusermasse ist bei der Ueberbürdung der Stadt mit Wohnstätten, welche in den letzten Jahren stattfand, eine Wohlthat. Ich erlaube mir, da die Gelegenheit sich bietet, einen Vorschlag. Man mache das Quadrat zwischen Wilhelms-, Koch-, Friedrichs- und Puttkammerstrafse von Häusern leer und setze auf den so entstehenden, mit Bäumen umkränzten Platz das Parlamentshaus. Die Anhaltstrafse führte dann gerade auf die Mitte des Platzes zu, während auf dem Anhaltplatze Stein's Denkmal seinen Platz finden könnte.

Dr. Achenbach, des Commerzienrath Schwartzkopff folgten nach, untermischt von einer grofsen Anzahl von Telegrammen, welche aus den Festversammlungen anderer Provinzen eingelaufen waren.

Einen hohen künstlerischen Genufs gewährten die durch Hrn. Prof. v. Werner während der Pausen des Mahles arrangirten 4 lebenden Bilder, deren erstes die Büste Schinkels von den Gestalten der Berolina, der Architektur, Skulptur und Malerei umgeben, die 3 andern aber Scenen des häuslichen Lebens in seiner Verbindung mit der Pflege der Kunst darstellten, und in ihrer Beleuchtung und Gesammtwirkung zu dem vollendetsten gehörten, was in dieser Art jemals zur Erscheinung gebracht worden ist.

Den Schlufs des Festes bildete die durch Hrn. Prof. Adler in geistreicher Weise gefafste Erklärung einer von Herrn Schäffer trefflich gezeichneten Tischkarte.

Erst in spätester Stunde trennte sich die Versammlung.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 13. Januar 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr G. Meyer machte einige Mittheilungen über den von S. K. Brunel als Chef-Ingenieur ausgeführten, im Jahre 1857 vollendeten Bau der Wilts, Somerset und Weymouth-Eisenbahn im westlichen England. Dieselbe bildet eine Zweigbahn der Great-Western-Eisenbahn und erstreckte sich in ihrer derzeitigen Anlage in einer Länge von etwa 120 englischen Meilen von Chippenham über Westbury nach Weymouth mit Abzweigungen nach Salisbury, Devizes, Radstock und Bathampton. Sie durchzieht ein hügeliges Terrain, welches zwar wesentliche Schwierigkeiten dem Bahnbau nicht entgegenstellte, aber doch eine grofse Zahl nicht unbedeutender Bauwerke erforderlich machte, darunter zwei Tunnel und mehrere Aquäducte für Canäle.

Der Bahnkörper ist mit wenigen Ausnahmen zweigeleisig hergestellt für die Brunel'sche weite Spur von 7' englisch mit 6' Zwischenraum zwischen den Geleisen und 28', auf einigen Strecken 30' Kronenbreite. Der Landerwerb geschah meist freihändig durch besondere Commissare. Das Bahnterrain wurde sofort nach Ueberweisung mit einer soliden Einfriedigung umschlossen.

Die Ausführung des ganzen Unterbaues war gröfseren Unternehmern übertragen auf Grund von Bauverträgen, welche Bahnstrecken von etwa 9 bis 15 englische Meilen umfafsten. Die Herstellung des Oberbaues und die Bahnhofsbauten bildeten in der Regel Gegenstände besonderer Verträge. Der Transport der Erdmassen wurde gröfstentheils auf Interims-Eisenbahnen bewirkt. Die Schüttung geschah vor Kopf. Als Transportgefäfse dienten dabei Vorkipp-Wagen, deren Entleerung nach der in England gebräuchlichen Methode durch Pferde erfolgte.

Bei der Wahl der Brückenconstructionen ist folgendes System befolgt: Wo der tragfähige Baugrund in geringer Tiefe unter Terrain sich vorfand und die Fundirung der Massivbauten ohne Schwierigkeiten sich ausführen liefs, sind steinerne Pfeiler und Widerlager gebaut, welche bei ausreichender Höhe zwischen Terrain und Bahnkrone Gewölbe tragen, bei beschränkter Höhe hölzerne, oder wenn die Spannweiten bedeutend waren, schmiedeeiserne Ueberbauten. Wo aber die Fundirung der Massivbauten erhebliche Arbeiten und Kosten verursacht haben würde, sind hölzerne (Joch-) Brücken hergestellt. Letztere kommen daher in grofser Anzahl und bei fast allen Flufs-Uebergängen vor.

Die Massiv-Constructionen zeichnen sich vor den in Deutschland üblichen durch eine sparsame Verwendung des Materials aus, welche hauptsächlich dadurch erreicht ist, dafs die Widerlager aus einzelnen pfeilerartigen Mauertheilen bestehen, die durch Bogen und Verkleidungsmauern verbunden sind. Die Flügel zeigen starke Dossirungen (1 : 5) und bei geringen Mauerstärken in kurzen Abständen angebrachte Strebepfeiler. Die hierdurch erzielte Ersparung ist bedeutend; es beträgt z. B. der Aufwand an Mauermassen bei den gewölbten Brunel'schen Wege-Unterführungen etwa $^1/_3$ weniger als bei den Henz'schen Normalien. Die Kosten der Ausführung werden durch die etwas complicirteren Mauerformen nicht wesentlich erhöht. So hat der Preis für Bruchstein-Mauerwerk (Fundament-, aufgehendes und Gewölbe-Mauerwerk) einschliefslich sämmtlicher Materialien und Nebenarbeiten nach einem Durchschnitt aus 9 verschiedenen Contracten pro Kubikfufs englisch (am fertigen Bauwerk gemessen) $6^1/_9$ Silbergroschen betragen, pro Kubikfufs Backstein-Mauerwerk desgleichen $7^1/_9$ Silbergroschen, in einer für den Bezug der Baumaterialien allerdings günstig situirten Gegend.

Hinsichtlich der Constructionen der hölzernen Brücken ist hervorzuheben die Verbindung dicht neben einander gerammter Pfähle zu compacten Pfeilern, die Verwendung der Hölzer in starken Dimensionen, wie sie aus den amerikanischen und Ostsee-Häfen bezogen werden, die Vermeidung jeglicher Schwächung der Hauptconstructionstheile durch Zapfen, Nuthen und dergleichen, dafür ausgedehnte Anwendung eiserner Schuhe an den Verbindungsstellen, endlich sorgfältige Abwässerung, um das Bilden von Wassersäcken zu verhindern. Bei gröfseren Spannweiten sind meist Hängewerks-Constructionen angewandt, dagegen niemals Gitterbrücken nach amerikanischem System. Der Brückenbelag erhielt eine Kiesdecke zum Schutz gegen Feuersgefahr und zur Aufnahme der Bahnschwellen. Sämmtliches Holz wurde vor der Verwendung mit Creosot oder Zinkchloryd imprägnirt und später getheert.

Die Preise für die hölzernen Brücken (Material und Arbeitslohn, einschliefslich Ramm- und aller Neben-Arbeiten) haben betragen:

pro Kubikfufs engl. Kiefernholz (an dem fertigen Bauwerk gemessen) . . . . $32^1/_2$ Sgr.
pro Centner Schmiedeeisen . . . $7^2/_3$ Thlr.
pro Centner Gufseisen . . . . . 4 -

Ein Viaduct bei Bradford von 2 à 50' und 6 à 30' weiten Oeffnungen bei geringer Höhe der Bahn über Hochwasser, hat etwa 17800 Thlr. gekostet oder pro laufenden Fufs engl. für 2 Geleise $63^1/_2$ Thlr., für 1 Geleis $31^3/_4$ Thlr.;

ein anderer eingeleisig ausgeführter Viaduct pro laufenden Fuſs 27⅔ Thlr.

Die wenigen vorkommenden eisernen Brücken-Ueberbauten sind als Blechträger nach bekannten englischen Mustern construirt. Der Oberbau besteht aus Brückenschienen (61 englische Pfd. pro Yard) auf Langschwellen (84 □Zoll im Querschnitt); erstere sind durch Schraubbolzen mit unter den Schwellen liegenden Muttern (fangbolts) befestigt. Ausnahmsweise ist eine Kohlenbahn mit Barlowschienen und eine andere Strecke mit Stuhlschienen auf Querschwellen belegt.

Die Bahnhöfe zeigen die schon mehrfach besprochenen Abweichungen von den in Deutschland üblichen Anlagen: ausgedehnte Anwendung von Drehscheiben, Güterschuppen mit Raum im Innern für Geleise, Fahrstraſsen und dazwischen liegendem Perron, Sturzvorrichtungen für den Kohlenverkehr; für den Personenverkehr: Anlagen zur Aufnahme der Passagiere an beiden Seiten der Bahn, bedeckte Hallen an den End- und Trennungsbahnhöfen, hohe abgeschlossene Perrons, selten Restaurationen und Beamtenwohnungen.

Die Empfangsgebäude der Wilts, Somerset und Weymouth-Bahn sind mit groſser Oekonomie hergerichtet, häufig von Holz und in geringen Grundriſs-Dimensionen. Optische Signale finden sich nur vor Bahnhöfen, Abzweigungen und Niveau-Uebergänge für öffentliche Wege, die hier, wie überhaupt in England, aber nur ausnahmsweise vorkommen.

Herr Dr. zur Nieden besprach hierauf das Preisausschreiben des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zur Erlangung einer gefahrlosen Kuppelung. Dasselbe verlangt bekanntlich eine Vorrichtung, durch welche das Kuppeln der Eisenbahn-Fahrzeuge möglich wird, ohne daſs der die Kuppelung Ausführende zwischen die Wagen tritt; fernere Bedingungen stellt das Preisausschreiben nicht. Der Vortragende hatte es sich zur Aufgabe gestellt, die Frage aus dieser Allgemeinheit herauszuziehen und bestimmte Bedingungen zu entwickeln, welche von einer praktischen Lösung der Aufgabe erfüllt werden müssen. Derartige Bedingungen ergeben sich aus der Geschichte, welche die Versuche der gefahrlosen Kuppelungen bisher gehabt hat, und aus der Statistik der Tödtungen und Verletzungen, welche bei dem Rangiren der Züge eintreten. Unter den ältesten Versuchen der gefahrlosen Kuppelungen wurden die Constructionen von Taylor und Cranstoun (1855) und von Grapow (1856) genannt; beide wollen alle bei dem Kuppeln der Eisenbahn-Fahrzeuge vorkommenden Operationen — nämlich Schlieſsen, Anziehen und Lösen der Verbindung — bewirken, ohne daſs der die Kuppelung Ausführende zwischen die Wagen zu treten hat, und werden dadurch zu complicirt, als daſs sich von ihnen eine längere Dauer erwarten lieſse; man wird deshalb einfachere Constructionen erstreben müssen. Wie die Eisenbahn-Statistik zeigt, ist nun auch auf alle drei Operationen nicht das gleiche Gewicht zu legen; es kommen bei dem Anziehen der Verbindung nur selten oder gar keine Unglücksfälle vor und die Gefahr bei dem Lösen verhält sich zu der dem Arbeiter bei dem Schlieſsen drohenden etwa wie 1 : 4. Zieht man hierbei noch in Betracht, daſs bei jeder Arbeit, die auf einem Bahnhofe geleistet wird, selbst wenn dieselbe auch vollständig gefahrlos erscheint, Unglücksfälle eintreten, die man auf Rechnung der groſsen Unvorsichtigkeit der Arbeiter schreiben muſs, so wird man zu dem Schluſs kommen, daſs man die Gefahrquelle fast nur in dem S c h l i e ſ s e n zu suchen hat. Ob dieses Verhältniſs späteren Constructeuren bereits bekannt war, oder ob nur das Streben nach gröſserer Einfachheit leitend gewesen ist, läſst der Vortragende dahingestellt, constatirt indeſs, daſs bei den ferneren in der Literatur verzeichneten Kuppelungen nur Vorrichtungen sich finden, bei denen allein das S c h l i e ſ s e n und L ö s e n, oder auch nur das S c h l i e ſ s e n von der Seite des Wagens aus bewirkt wird; das Anziehen der Kuppelung ist dann meist gar nicht vorgesehen. Heuſsinger von Waldegg beschreibt in dem Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik von diesen Kuppelungen speciell die von F. Osborne, welche sich jedoch von dem betreffenden Theil der Construction von Taylor und Cranstoun im Princip gar nicht unterscheidet. Ein neues Princip finden wir in der auf den Norwegischen Bahnen eingeführten Construction des Ober-Ingenieurs Pihl, welcher die Kuppelung mit den Buffern verbindet, dabei aber den Differenzen nicht genügend Rechnung trägt, welche in der Bufferhöhe beladener und leerer Wagen existiren. Pihl hat zugleich dem Einbuffersystem sich zugewendet, bei welchem an die Stelle der beiden auf den Wagenecken angeordneten Buffer nur ein Buffer und zwar in der Mitte der Kopfwand tritt. Der zur Kuppelungsstelle gehende Arbeiter hat also auf seinem Wege keinen Buffer zu passiren; ihm droht also auch nicht mehr die Gefahr, zwischen den Buffern gequetscht zu werden. Das Einbuffersystem ist schon in der ersten Zeit der Bahnen bei den Würtembergischen Staatsbahnen und der früheren Versailler Bahn (linkes Ufer) in Gebrauch gewesen; da seine Anwendung keinerlei Bedenken erregt hat, so würde wohl die Frage aufzuwerfen sein, ob es sich nicht empfiehlt, zur Verminderung der bei dem Rangiren den Arbeitern drohenden Gefahren zu diesem System zurückzukehren. Der Vortragende glaubt dies widerrathen zu müssen: man würde dabei den Vortheil verlieren, daſs die Gewaltstöſse von den Buffern auf die kräftigen Langträger direct übertragen werden, und es würde somit die Zerstörung bei Zusammenstöſsen gröſsere Dimensionen annehmen, wie bisher. Auſserdem würden aber auch der Uebergang zu einem neuen System und die damit verbundenen provisorischen und definitiven Aenderungen groſse Schwierigkeiten im Betriebe und enorme Kosten verursachen. Der Vortragende will deshalb unter den Bedingungen, welche die gesuchte Construction würde zu erfüllen haben, die Bedingung voranstellen:

1) daſs eine wesentliche Aenderung des Systems der Wagen möglichst zu vermeiden sei,

und zieht aus dem Vortrage ferner noch folgende Bedingungen heraus:

2) Wenn für die Bewegung der Kuppelung Wellen verwendet werden, so müssen sie nach dem Vorgange von Taylor und Cranstoun so angebracht werden, daſs die bei dem Ingangsetzen und Hemmen der Züge eintretenden Stöſse sie nicht treffen, weil sonst für die Brauchbarkeit der Construction keine lange Dauer zu hoffen ist.

3) Es ist nicht nöthig, daſs das A n z i e h e n der Kuppelungen von der Seite der Wagen aus erfolgen könne; ferner ist auch nur ein geringer Werth darauf zu legen, daſs das L ö s e n in dieser Weise bewirkt werden könne. Der Schwerpunkt der Aufgabe muſs darin gefunden werden, daſs das S c h l i e ſ s e n stattfindet, ohne daſs der die Kuppelung Bewirkende zwischen die Wagen treten muſs.

4) Auf die zwischen beladenen und leeren Wagen in der Bufferhöhe bestehenden Differenzen (nach den technischen Vereinbarungen sind 125 ^{mm} zulässig) mufs bei der Construction besonders gerücksichtigt werden.

5) Die Kuppelung mufs gestatten, dafs die Wagen in jeder Zusammenstellung verbunden werden können, es darf also nicht so construirt werden, dafs an den Wagen sich Vorder- und Hintertheil ausbildet, wie bei der Pihl'schen Einrichtung.

6) Für Constructionen, welche sich selbstthätig schliefsen, mufs eine Vorrichtung hergestellt werden, durch welche zeitweise das Schliefsen verhindert werden kann; im anderen Falle würde es nicht mehr möglich bleiben, Wagen ablaufen zu lassen.

Der Vortragende kam schliefslich darauf zurück, dafs das Ziel seines Vortrages die Entwickelung der vorstehenden Bedingungen gewesen sei, er wolle jedoch über dieses Ziel hinausgehend noch eine Construction darlegen, welche er, von diesen Bedingungen geleitet, entworfen habe. Ueber die Anwendbarkeit dieser Construction wurde die Discussion eröffnet, jedoch wegen vorgerückter Zeit die Fortsetzung derselben für eine folgende Sitzung in Aussicht genommen.

Zum Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: die Herren Hartnack, Regierungsrath a. D. und Mitglied der Direction der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, Rock, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Schück, Regierungsrath a. D. und Director der Berliner Nordbahn, Reitzenstein, Regierungsassessor, und W. Jordan, Eisenbahn-Bauinspector a. D. und Baudirector der Deutschen Reichs- und Continental-Eisenbahn-Baugesellschaft.

Versammlung am 10. Februar 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Der Vorsitzende gab aus den vom Herrn Handelsminister dem Verein übersandten statistischen Nachrichten von den preufsischen Eisenbahnen für das Jahr 1872 eine allgemeine Uebersicht über die Längen, Anlagekosten, Rentabilität etc. derselben. Eine Vergleichung der Jahre 1862 und 1872 ergiebt für die Gesammtlänge der Bahnen 6024 gegen 12752 Kilometer, der doppelgeleisigen Bahnstrecken 1821 gegen 4885 Kilometer, und des verwendeten Anlagecapitals 410535432 gegen 927469694 Thaler; sodann 1513 Locomotiven mit 30107450 zurückgelegten Nutzkilometer gegen 4335 Locomotiven mit 90188272; ferner 2359 Personenwagen gegen 6794, und 31339 Lastwagen gegen 100984. Personen wurden befördert 25928393 gegen 86442679, und Güter transportirt 406854797, gegen 1485872648 Ctr.; die Einnahmen betrugen für jede Person und jeden Kilometer $5{,}_{02}$ gegen $4{,}_{24}$ Pf., und für die Güter für jeden Centner und Kilometer $0{,}_{39}$ gegen $0{,}_{29}$ Pf., sodann die Gesammt-Einnahme aus dem Personenverkehr 15055740 gegen 38299237 Thlr.; aus dem Güterverkehr 32088669 gegen 94574044 Thlr., und zusammen pro Kilometer 8400 gegen 11415 Thlr.; die Ausgaben dagegen 4129 gegen 6954 Thlr., und der Ueberschufs aus den Einnahmen 25787000 gegen 56364554 Thlr. Die Durchschnittsrente für das verwendete Anlagecapital stellte sich auf $4{,}_{85}$ (mit Garantiezuschufs $5{,}_{40}$) gegen $5{,}_{54}$ p. C. (mit Garantiezuschufs $5{,}_{77}$ p. C.).

Während die Tarife für den Personenverkehr in den letzten 20 Jahren nicht erhöht worden seien, sei für den Personenverkehr durch den geringen Satz von $1\,^1/_2$ Sgr. pro Meile für die vierte Klasse und die Einführung der Retour- und Abonnements-Billets eigentlich eine Verringerung eingetreten. Die Eisenbahnsteuer, die Gemeindesteuern, die Leistungen für die Postverwaltung nehmen bei den Privatbahnen etwas über 20 % der Beträge in Anspruch, welche auf die Dividenden entfallen. Im Jahre 1872 betrug die Durchschnittsrente des verwendeten Anlagecapitals bei den Staatsbahnen $5{,}_{98}$ p. C., bei den unter Staatsverwaltung stehenden Privatbahnen $5{,}_{01}$ p. C. (und mit Garantiezuschufs $5{,}_{10}$ p. C.) und bei den Privatbahnen mit eigener Verwaltung $5{,}_{48}$ p. C. (und mit Garantiezuschufs $5{,}_{90}$ p. C.).

Der Schriftführer machte sodann unter Vorlegung der zugehörigen Zeichnungen Mittheilung über eine demselben vom Baumeister Hohmann in Cassel zugegangene und erdachte Construction einer Drehscheibe ohne tragende Unterlage und einer Schiebebühne und eventuell auch Drehscheibe nach gleichem Principe construirt; dasselbe besteht darin, dafs die Plattform der Drehscheibe und Schiebebühne, an einem durch Träger und Winkeleisen gebildeten Rahmen hängend, von den über ein, beziehungsweise mehrere Geleise aufgestellten Trägern getragen wird; die drehende Bewegung soll durch ein Kugelgelenk und die seitliche durch Rollenlager bewirkt werden. In der hier anschliefsenden Debatte wurde auf die starke Deformation der Plattform der Drehscheibe hingewiesen, welche bei der Construction selbst durch Berechnung nicht vollständig mit Sicherheit festgestellt werden könne.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: die Herren Geheimer Regierungsrath Dr. Gerstner, Eisenbahn-Baumeister Ballauf und Baudirector Stute.

Versammlung am 10. März 1874.

Vorsitzender: Hr. Hartwich. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Schwabe legte das von dem Ingenieur Thiel in Brelau aufgestellte Project für eine nach dem System der Rigibahn zu erbauende Locomotiv-Eisenbahn von Schmiedeberg bis zur Riesenbaude, am Fufse der Schneekoppe, vor. Die Bahn soll sich an die von Hirschberg nach Schmiedeberg projectirte Locomotiv-Eisenbahn anschliefsen, von dem Nordende von Schmiedeberg aus an den Abhängen des Schmiedeberger- und demnächst des Riesen-Kamms bis zu der auf österreichischem Gebiet am Fufse des Schneekoppenkegels gelegenen Riesenbaude emporsteigen, und hier $1402{,}_{23}$ ^{m} über dem Meere, und 200 ^{m} unter der Spitze der Schneekoppe endigen. Die Bahn hat bei einer Länge von 11500 ^{m} eine Höhe von 977 ^{m} zu ersteigen und demgemäfs Steigungen bis 1 : 9 bei 180 ^{m} Radius erhalten.

In Folge sorgfältiger Terrainstudien ist es gelungen, eine Linie aufzufinden, die sich gröfstentheils den Abhängen anschmiegt und nur geringe Erd- und Kunstbauten erfordert. Stationen sind aufser den beiden Endpunkten nur eine in der Nähe der Colonie Forst Langwasser angenommen.

Herr Jonas sprach über die Stellung der Preise für die Leistungen der Eisenbahnen:

Es herrscht gegenwärtig allgemein die Ueberzeugung vor, dafs in unserem Eisenbahnwesen gründliche Reformen nothwendig sind. Ueber die Art dieser Reformen gehen die

Meinungen jedoch weit auseinander, und eine Verständigung hierüber ist um so schwieriger, als die Grund-Anschauungen über die Natur und über die Ziele des Eisenbahnwesens aufserordentlich verschieden sind. Bei dieser Verschiedenheit in den Grund-Anschauungen ist es natürlich, dafs auch in den einzelnen zur Erörterung kommenden Eisenbahn-Fragen die Ansichten schon auf dem Gebiete der Theorie wesentlich differiren, da diese Fragen grofsentheils nicht für sich allein, und in Bezug auf die ihnen selbst beizulegende praktische Bedeutung, sondern als Theile eines Systems über die Ordnung des gesammten Eisenbahnwesens aufgefafst werden.

So verschieden und wechselnd indefs die Meinungen über diese Fragen sind, so scheinen doch gerade jetzt die meisten, wenigstens der im Reichstage und den Landtagen, sowie in der Presse vertretenen Ansichten darin übereinzustimmen, dafs eine Abhilfe der wirklich oder vermeintlich vorhandenen Uebelstände weniger von der Concurrenz resp. von der Selbsthilfe, als von einer dem Publikum möglichst günstigen gesetzlichen Feststellung der Transportbedingungen und der Verpflichtungen der Transportunternehmer, und von einer Kräftigung der Aufsichtsgewalt des Staates erwartet wird.

Diese jetzt vorherrschende Richtung der Ansichten wird sehr wahrscheinlich für einen längeren Zeitraum, und vielleicht über ihre eigene Dauer hinaus dadurch eine grofse Bedeutung erlangen, dafs gerade jetzt ein Reichs-Eisenbahngesetz ausgearbeitet wird. Denn es läfst sich annehmen, dafs diese Richtung in dem Gesetzentwurfe Ausdruck finden, oder dafs, wenn dies nicht der Fall sein sollte, der Entwurf aus diesem Grunde vielfach amendirt werden wird.

Unter den auf das Eisenbahnwesen bezüglichen Tagesfragen steht nun die Tarif-Frage mit in der ersten Reihe. Dieselbe betrifft einestheils das Tarif-System, d. h. die Grundsätze, nach denen die Transporte in Bezug auf die Preisstellung klassifizirt werden, und nach denen die Preise zusammenzusetzen oder unter einander in Verhältnifs zu bringen sind, andterntheils die Preisstellung selbst innerhalb der durch das Tarif-System gegebenen Kategorieen und Bedingungen.

In beiden Beziehungen gehört das Tarifwesen nach Art. 45 der Reichsverfassung zur Competenz des Reiches, und läfst sich daher erwarten, dafs das zu erlassende Reichs-Eisenbahngesetz diese Materien behandeln wird.

Wenn ich nun jetzt die Preisstellung in den Tarifen zum Thema nehme, so könnte mir vorgehalten werden, dafs eine Besprechung hierüber verfrüht sei, und dafs es angemessen gewesen sein würde, zunächst das Bekanntwerden des Gesetzentwurfes abzuwarten. Es handelt sich jedoch hierbei einestheils um eine brennende Frage, da von vielen Seiten eine Erhöhung der Tarife als unumgänglich nothwendig für eine angemessene Prosperität der Eisenbahnen in Anspruch genommen wird, und die Entscheidung über die betreffenden Anträge kaum wird hinausgeschoben werden können, bis das neue Gesetz in Kraft tritt. Andterntheils aber kommt in Betracht, dafs durch ein neues Reichsgesetz ohne weiteres nur das bisher gültige Landesgesetz absorbirt werden kann, wogegen die Statuten und Concessionsbedingungen der einzelnen Bahnen, welche seither weit mehr als das Gesetz bei der Behandlung dieser Fragen maafsgebend gewesen sind, ihre Geltung behalten würden, falls nicht etwa das neue Gesetz deren Beseitigung ausdrücklich vorschriebe.

Unter diesen Umständen dürfte es immerhin von Interesse sein, die Frage, welche Art der Regelung als die zweckmäfsigste erscheint, schon jetzt zu ventiliren, und dabei zu erörtern, in wie weit die bisherigen Rechtszustände auf gesetzlichen, und in wie weit sie auf statutarischen Vorschriften beruhen.

Die betreffenden gesetzlichen Vorschriften sind in den §§. 26 bis 35 des Gesetzes über die Eisenbahn-Unternehmungen vom 3. November 1838 enthalten, indefs ist es keineswegs klar, was eigentlich hiernach gültiges Recht ist, und zwar namentlich deswegen, weil das Gesetz von der bestimmten Voraussetzung ausgeht, dafs nach Ablauf der drei ersten Betriebsjahre zum Transportbetriebe auf der Bahn aufser der Eisenbahngesellschaft selbst auch Andere gegen Entrichtung eines Bahngeldes sollen zugelassen werden, und weil diese Voraussetzung nirgend eingetreten ist.

Der §. 26 des Gesetzes bestimmt nämlich:

Für die ersten drei Jahre nach dem auf die Eröffnung der Bahn folgenden 1. Januar wird vorbehaltlich der Bestimmung des §. 45 (welcher den Anschlufs neuer Bahnen betrifft) der Gesellschaft das Recht zugestanden, ohne Zulassung eines Concurrenten, den Transportbetrieb allein zu unternehmen, und die Preise sowohl für den Personen- als für den Waarentransport nach ihrem Ermessen zu bestimmen. Die Gesellschaft mufs jedoch

1. den angenommenen Tarif beim Beginn des Tansportbetriebes, und die späteren Aenderungen sofort bei deren Eintritt, im Falle der Erhöhung aber 6 Wochen vor Anwendung derselben der Regierung anzeigen und öffentlich bekannt machen, und
2. für die angesetzten Preise alle zur Fortschaffung aufgegebenen Waaren ohne Unterschied der Interessenten befördern, mit Ausnahme solcher Waaren, deren Transport auf der Bahn durch das Bahnreglement oder sonst polizeilich für unzulässig erklärt ist.

Die folgenden Paragraphen setzen nun fest, dafs nach Ablauf der ersten drei Jahre auch andere Unternehmer gegen Entrichtung eines Bahngeldes zugelassen werden können, und enthalten weitläufige Bestimmungen über Berechnung dieses Bahngeldes in bestimmten, vom Handelsminister für jede Bahn festzusetzenden drei- bis zehnjährigen Perioden.

Dann heifst es weiter im

§. 32. Es bleibt der Gesellschaft überlassen, nachdem die Regulirung des Bahngeld-Tarifes nach §§. 29 und 30 erfolgt ist, die Preise, welche sie für die Beförderung an Fuhrlohn neben dem Bahngelde erheben will, nach ihrem Ermessen anzusetzen, es dürfen solche jedoch nicht auf einen höheren Reinertrag als 10 Procent des in dem Transportunternehmen angelegten Capitals berechnet werden.

Die Gesellschaft ist hierbei verpflichtet

1. den Fracht-Tarif, sowohl für den Waaren- als für den Personen-Transport, welcher nachher ohne Zustimmung des Handelsministeriums nicht erhöht werden darf, so wie demnächst die innerhalb der tarifmäfsigen Sätze vorge-

nommenen Aenderungen, und zwar im Falle einer Erhöhung früher ermäfsigter Sätze 6 Wochen vor Anwendung derselben der Regierung anzuzeigen, und öffentlich bekannt zu machen, auch

2. für die angenommenen Sätze alle zur Fortschaffung aufgegebenen Waaren, deren Transport polizeilich zulässig ist, ohne Unterschied der Interessenten zu befördern.

Die Paragraphen 26 und 32 haben hiernach nur das gemeinsam, dafs die Gesellschaft den Tarif und alle späteren Aenderungen publiciren mufs, im Falle der Erhöhung 6 Wochen vor Anwendung der erhöhten Sätze, und dafs der publicirte Tarif allen Interessenten gegenüber gleichmäfsig angewendet werden mufs. Sie unterscheiden sich dadurch, dafs nach §. 26 vollständige Tariffreiheit zugestanden ist, während nach §. 32 ein Normal- oder vielmehr Maximaltarif gesetzt ist, welcher sich aus Bahngeld und Fuhrlohn zusammensetzt, und zwar soll das Bahngeld der bisherigen Nutzung möglichst entsprechend nach einem Reinertrage von 6 bis 10 Procent des auf die Bahn und Zubehör verwendeten Anlagecapitals, das neben dem Bahngelde anzusetzende Fuhrlohn zuerst von der Gesellschaft nach freiem Ermessen bestimmt, indefs auf keinen höheren Reinertrag als 10 Procent von dem in dem Transportunternehmen angelegten Capital berechnet werden. Der hiernach von der Gesellschaft zuerst angenommene Tarif ist der Maximal-Tarif, welcher nachher ohne Zustimmung des Handelsministeriums nicht erhöht werden darf, wogegen innerhalb der tarifmäfsigen Sätze, d. h. also bis zur Höhe des zuerst angenommenen Tarifs Erhöhungen früher ermäfsigter Sätze ohne ministerielle Genehmigung vorgenommen werden können.

Nun gilt der §. 26 ausdrücklich nur für die ersten 3 Jahre, und der §. 32 gilt erst, nachdem die Bahngeld-Regulirung erfolgt ist. Zuvörderst fragt sich daher, welche Bestimmung Platz greift, wenn die ersten 3 Betriebsjahre verflossen sind, und eine Bahngeld-Regulirung nicht erfolgt ist, ein Fall, in welchem sich fast alle bestehenden Bahnen befinden.

Bessel und Kühlwetter sind der Meinung, dafs in diesem Falle der §. 26 so lange weiter gilt, bis eine Bahngeld-Regulirung erfolgt. Dagegen ist vom Finanzminister, dem die Eisenbahnen bis 1848 unterstellt waren, und später vom Handelsminister wiederholt erklärt worden, dafs in diesem Falle der §. 26 nicht mehr für anwendbar erachtet werden könne.

Was aber den §. 32 betrifft, so ist in einem in Angelegenheiten der Magdeburg-Leipziger Bahn ergangenen Rescript vom Jahre 1845 ausgesprochen, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre der §. 32 Nr. 1 ohne weiteres, und also auch ohne Regulirung des Bahngeldes in Kraft trete. Als Maximaltarif gelte alsdann der Tarif, wie er an dem auf den Ablauf der ersten 3 Jahre folgenden 1. Januar bestanden habe. Ermäfsige die Gesellschaft später diesen Tarif, so könne sie ihn selbstständig ganz oder theilweise wiederherstellen, sofern nur dadurch ihre Rente nicht auf mehr als 10 Procent des Anlagecapitals gebracht werde; wolle sie aber über diesen Maximaltarif hinaus erhöhen, so sei Genehmigung des Ministers erforderlich, welche derselbe dann auch in dem Falle versagen könne, wenn die Rente weniger als 10 Procent des Anlagecapitals ausmache.

In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung folgerte noch im Jahre 1849 der Minister gegenüber der Berlin-Hamburger Bahn daraus, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre der §. 26 nicht mehr gelte, dafs später die Gesellschaft Tarif-Erhöhungen nicht mehr selbstständig vornehmen dürfe, und hielt diese Entscheidung auch noch im Jahre 1850 aufrecht.

In anderen Fällen wurde schon seit 1844 der Grundsatz aufgestellt, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre eine Bahngeld-Regulirung erfolgen müsse, selbst wenn kein Concurrent vorhanden sei, es sei denn, dafs die Gesellschaft sich freiwillig verpflichte, ihre Tarife überhaupt ohne ministerielle Genehmigung nicht zu erhöhen.

Diese Ansicht ist später die vorherrschende geworden, und ist im Jahre 1853 für alle diejenigen Privatbahnen, welche eine Verpflichtung, zu Tarif-Erhöhungen ministerielle Genehmigung nachzusuchen, nicht anerkannten, die Regulirung des Bahngeldes verfügt worden.

Der von verschiedenen Seiten erhobene Einwand, eine Bahngeld-Regulirung sei nur zulässig, wenn ein Concurrent vorhanden sei, wurde zurückgewiesen. Dieser Einwand war namentlich von der Berlin-Stettiner Bahn durch Berufung auf den Wortlaut des §. 29 des Gesetzes motivirt worden, in welchem es heifst:

Die Höhe des Bahngeldes, zu dessen Forderung die Gesellschaft in Ermangelung gütlicher Einigung mit dem Transport-Unternehmer berechtigt ist, wird in der Art festgesetzt, u. s. w.,

woraus sie folgerte, dafs ein Transport-Unternehmer da sein müsse, mit welchem eine gütliche Einigung versucht werden könnte.

Eine wirkliche Regulirung des Bahngeldes ist indefs, so viel mir bekannt, nur bei drei Eisenbahnen zu Stande gekommen, nämlich bei der Berlin-Anhaltischen und der Berlin-Stettiner Bahn für die Jahre 1854 bis 1858, und bei der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn für die Periode 1855 bis 1859.

Es ist namentlich deshalb interessant, die damals festgesetzten Bahngeldsätze ins Auge zu fassen, weil sich durch Vergleichung derselben ergiebt, dafs die vorgeschriebene Berechnung zu aufserordentlich verschiedenen Resultaten führte. Namentlich haben sich bei der Magdeburg-Leipziger Bahn sehr viel geringere Sätze ergeben, wie bei den beiden anderen Bahnen.

Bei der Berlin-Anhaltischen Bahn betrug das Bahngeld

pro Person und Meile . . . . $27,_{360}$ Pf.

und für Güter

für Eil- und sperriges Gut . . $7,_{817}$ Pf.

Normalgut . . . . $3,_{909}$ Pf.

ermäfsigte Klasse Einzelgut . $2,_{931}$ Pf.

ermäfsigte Klasse Wagenladungen $1,_{954}$ Pf.

pro Centner und Meile.

Bei Berlin-Stettin

pro Person und Meile . . . . $26,_{679}$ Pf.

für Güter

in I. Klasse (sperrig) . . . . . $8,_{653}$ Pf.

II. Klasse (Wolle) . . . . . $7,_{211}$ Pf.

III. Klasse (Normalklasse) . . . $4,_{326}$ Pf.

IV. Klasse (niedrigster Frachtsatz) $2,_{884}$ Pf.

pro Centner und Meile.

Bei der Magdeburg-Leipziger Bahn stellten sich wie gesagt die Sätze wesentlich niedriger. Sie betrugen

pro Person und Meile . . $16,_{613}$ Pf.
für Güter
Eilgut . . . . $5,_{815}$ Pf.
sperriges Gut . . . . . $5,_{537}$ Pf.
Normalgut . . . . . . $2,_{769}$ Pf.
und für Güter der 5 ermäfsigten Klassen $2,_{492}$ Pf.
$2,_{215}$ Pf.
$2,_{077}$ Pf.
$1,_{938}$ Pf.
$1,_{661}$ Pf.
pro Centner und Meile.

Die betreffenden Directionen wurden aufgefordert, hiernach einen vollständigen Tarif vorzulegen, und dabei den Nachweis zu führen, dafs der den Bahngeldsätzen zugerechnete Fuhrlohn nicht höher als auf einen Reinertrag von 10 Procent des in dem Transport-Unternehmen angelegten Capitals berechnet sei.

Alle drei Verwaltungen behaupteten, ihre damals giltigen Tarife entsprächen diesem Erfordernifs, und dies wurde als richtig anerkannt.

Nach Ablauf dieser ersten vierjährigen Perioden wurde überall von weiterer Bahngeld-Regulirung Abstand genommen, auch ist bei den später entstandenen Bahnen von einer solchen niemals die Rede gewesen.

Der Grund hierfür ist offenbar darin zu finden, dafs bei den später ertheilten Concessionen der Staatsregierung Rechte vorbehalten sind, welche über die in §. 32 des Eisenbahngesetzes eventuell gegebenen Befugnisse weit hinausgehen, und dafs auch die älteren Gesellschaften gelegentlich der Erweiterung ihrer Anlagen fast durchgängig bewogen worden sind, sich statutarisch ähnlichen Bestimmungen zu unterwerfen.

Vorbehalten wurde der Regierung nicht nur die Genehmigung aller Tarif-Erhöhungen, sondern überhaupt die Genehmigung der Tarife, und sind hierdurch gegenwärtig die Bestimmungen des Eisenbahngesetzes, so weit sie sich auf die Höhe der Tarife beziehen, vollständig aufser Anwendung gekommen.

Hierdurch erklärt es sich einestheils, dafs die vielfachen Controversen über die Auslegung dieser Bestimmungen nicht definitiv zum Austrag gebracht sind, anderntheils, dafs die im §. 32 Nr. 1 des Gesetzes verfolgte Idee eines Maximaltarifes für jede Bahn, in dessen Grenzen die Bahnverwaltungen selbstständig sollten Veränderungen vornehmen dürfen, gänzlich in Vergessenheit gerathen sind.

Allerdings läfst es sich kaum bestreiten, dafs die Unklarheit der gesetzlichen Bestimmungen, welche für ganz andere Verhältnisse berechnet waren, als nachher wirklich eintraten, der Staatsregierung volle Veranlassung bot, die streitigen Punkte durch Aufstellung klarer Concessionsbedingungen zu beseitigen. Ferner mufs dabei berücksichtigt werden, dafs die im Gesetze vorgeschriebene Berechnung des Bahngeldes vielleicht für den Zweck, für welchen sie zunächst dienen sollte, nämlich um zu ermitteln, was andere auf der Bahn zuzulassende Concurrenten der Bahn-Eigenthümerin für die Mitbenutzung der Bahn in Ermangelung gütlicher Einigung zu zahlen haben, ganz tauglich gewesen sein würde, dafs sie aber blos für den Zweck, um einem angemessenen Frachttarife der Gesellschaft als Grundlage zu dienen, ganz und gar nicht pafste. Insbesondere war die Berechnung eines Tarifes auf einen bestimmten Reinertrag zwar durchaus motivirt einem Concurrenten gegenüber, dem die Gesellschaft die Mittel zur Concurrenz abzutreten gezwungen werden sollte, aber ganz unpraktisch dem Publikum gegenüber, dessen Bedürfnissen die Tarife, um rentabel zu werden, sich ohne Rücksicht auf die Selbstkosten anpassen mufsten, und daher ganz unmöglich in solchen Fällen, wo eine Bahn nicht wegen zu niedriger Tarife, sondern wegen Mangels an Frequenz niedrige Reinerträge brachte. Denn wenn in einem solchen Falle die Tarife auf einen bestimmten höheren Reinertrag berechnet werden sollten, so würden sie eine Höhe erreicht haben, dafs sie nicht nur die Bahn keineswegs rentabler gemacht, sondern vielleicht den Verkehr wirklich geschädigt haben würden.

Wenn es hiernach anzuerkennen ist, dafs die Aufstellung klarer Concessionsbedingungen, durch welche die Tariffrage sachgemäfs und ohne grofse Weiterungen geregelt werden konnte, in den Verhältnissen wohlbegründet war, so braucht deshalb noch nicht vorausgesetzt su werden, dafs bei Aufstellung dieser Concessionsbedingungen von vornherein die Absicht vorgewaltet habe, von den Grundprincipien des Gesetzes abzuweichen. Das Gesetz erkennt es in §. 32 als Regel an, dafs ein bestimmter Tarif, bei dessen Festsetzung die Gesellschaft sehr wesentlich mitzuwirken hat, als Maximaltarif gelten soll, in dessen Grenzen die Gesellschaft selbstständig ermäfsigen und wiedererhöhen darf. Wenn nun statt dessen in den Concessionsbedingungen nicht die Genehmigung eines Maximaltarifes, sondern schlechthin die Genehmigung der Tarife der Regierung vorbehalten war, so war damit keineswegs gesagt, dafs nicht den Ansichten der Gesellschaftsvorstände über die Normirung der Tarife Rechnung getragen werden solle, sofern nicht eine ungebührliche Beeinträchtigung des Verkehrs zu besorgen war.

Und in der That ist lange Jahre hindurch von diesen Concessionsbedingungen nur ein sehr mäfsiger Gebrauch gemacht worden. Bis gegen die Mitte der 1850er Jahre sind allgemeine Tarif-Erhöhungen bei Privat- wie bei Staatsbahnen häufig vorgekommen, und die Staatsregierung ist ohne viele Bedenklichkeiten auf dieselben eingegangen. Dann folgten Zeiten, wo die Fälle nur selten eintraten, in denen bei bereits bestehenden Bahnen jene Bedingungen zur Anwendung kommen konnten. Der enorme Aufschwung des Verkehrs, die entstehende Concurrenz der verschiedenen Eisenbahnrouten untereinander, und der verschiedenen Handels- und Productionsplätze, an denen sich zu betheiligen die Eisenbahnen durch ihr Interesse genöthigt waren, wirkten auf eine erhebliche und immer fortschreitende Ermäfsigung der Tarife hin, und ein Bedürfnifs zu Tarif-Erhöhungen trat nur vereinzelt hervor, und wurde alsdann von der Staatsregierung gewöhnlich ohne Schwierigkeiten anerkannt.

Nichtsdestoweniger haben jene Concessionsbedingungen nach meiner Ueberzeugung insofern sehr ungünstig gewirkt, als sie allmählig die Principien des Eisenbahngesetzes beim Publikum in Vergessenheit gebracht, und dasselbe daran gewöhnt haben, die Staatsregierung allein für die Angemessenheit der Tarifsätze verantwortlich zu machen, und nicht nur da, wo ein Tarif zu hoch erschien, die Einwirkung der Staatsregierung auf Herabsetzung in Anspruch zu nehmen,

sondern auch da, wo ein Tarif so niedrig bemessen war, dafs er der Eisenbahn nur einen ungenügenden oder gar keinen Gewinn brachte, die Genehmigung zur Erhöhung dieses Tarifes als eine besondere, der Eisenbahn auf Kosten anderer Interessen gewährte Begünstigung, und deshalb den bestehenden zu niedrigen Tarif gewissermaafsen als ein den anderen Interessenten zustehendes wohlerworbenes Recht anzusehen.

Diese Auffassung mufste schädlich wirken, sobald wieder Verhältnisse eintraten, welche einem weiteren Herabgehen der Tarife nicht günstig waren, oder sogar eine Erhöhung der Tarife für die Eisenbahnen nützlich erscheinen liefsen. Solche Verhältnisse haben im verflossenen Jahre vorgelegen, und liegen nach meiner Ueberzeugung auch jetzt noch vor. Schon seit mehreren Jahren ist von einer Concurrenz der Eisenbahnen durch Unterbieten der Preise nicht mehr die Rede. Die Tarif-Herabsetzungen, welche in dieser Zeit vorgekommen sind, charakterisiren sich im wesentlichen nur als Declarationen der Klassification, oder beruhen auf örtlichen Umständen, und machen, wenn sie irgendwo eingeführt sind, dann allerdings häufig die Runde durch die Verbände, indem die Concurrenz sich darauf beschränkt, den anderswo acceptirten Ermäfsigungen zu folgen. Im letzten Jahre ist von vielen Eisenbahnen und Verbänden eine Erhöhung der Tarife beantragt, und durch das allgemeine Sinken des Geldwerthes, die vermehrten Ausgaben und den Rückgang der Reinerträge motivirt worden, und es kann als feststehend angenommen werden und wird durch die Abschlüsse bestätigt werden, dafs die Reinerträge vieler Bahnen so ungenügend geworden sind, dafs die letzteren nach den Principien des Eisenbahngesetzes eine Erhöhung ihrer Tarife unbedingt würden fordern können.

Der hierdurch erzeugte Rückgang der Dividenden und Course hat denn auch gegenwärtig die öffentliche Meinung im ganzen günstig für eine Tarif-Erhöhung gestimmt. Indefs auch von denen, welche für eine Erhöhung stimmen, wünscht ein grofser Theil nur eine einmalige Concession, und keineswegs eine Rückkehr zu einer gröfseren Selbstständigkeit der Eisenbahnen bei Normirung ihrer Tarife.

Dafs durch die bestehenden Tarifbeschränkungen in den letzten Jahren die Concurrenz beeinträchtigt ist, wird kaum bestritten. Denn das sehen die Meisten ein, dafs eine wirksame Concurrenz sich dauernd nur erhalten kann, wenn die Concurrenten die Möglichkeit haben, unter Umständen ihre Preise auch ohne Schwierigkeiten wieder zu erhöhen.

Aber das Princip der Concurrenz selbst ist hinsichtlich des Eisenbahnwesens in der öffentlichen Meinung in Mifskredit gekommen. Im Gebiete des Eisenbahnwesens ist allerdings die Wirksamkeit der Concurrenz bei uns niemals mit der Klarheit hervorgetreten, wie auf anderen Gebieten; zuerst, als nur wenige und vereinzelte Bahnen vorhanden waren, fehlte es an den faktischen Bedingungen, und später konnte von wirklich freier Concurrenz, abgesehen von der Nothwendigkeit der Concessionen überhaupt, namentlich wegen der einschränkenden Concessionsbedingungen nicht die Rede sein. Immerhin ist die Wirksamkeit der Concurrenz eine sehr erhebliche gewesen. Allein bei den enormen Hoffnungen, welche von vielen Seiten auf sie gebaut waren, konnte eine Enttäuschung kaum fehlen. Die unmittelbaren Vortheile derselben sind dabei vielfach unterschätzt, die mittelbaren häufig verkannt, und aufserdem ist unser Publikum ungemein empfindlich gegen wirklichen oder vermeintlichen Mifsbrauch der wirthschaftlichen Freiheit, und daher bei allen Mifsständen und Unbequemlichkeiten, welche die Concurrenz oft vorübergehend im Gefolge hat, stets geneigt, eine staatliche Einwirkung in Anspruch zu nehmen.

Diese Neigung, in Verbindung mit der vorerwähnten, durch die aufgestellten Concessionsbedingungen begünstigten Auffassung, dafs es Aufgabe der Staatsregierung sei, andere Interessen gegen eine willkürliche Tarifpolitik der Eisenbahnen zu schützen, mufs zu dem Bestreben führen, den Kampf der Interessen nicht sowohl durch eigene Kraft mit den Waffen der Concurrenz, sondern durch Herbeiziehung der Staatshilfe auszukämpfen. Hierdurch werden die Grundanschauungen über die Regelung des Eisenbahnwesens oft sehr wesentlich beeinflufst. Wenn z. B. vielleicht ein Eisen-Producent einestheils billige Frachten für Kohlen, Erze, Kalk und Eisen wünscht, und es deshalb in seinem Interesse findet, gegen Tarif-Erhöhungen zu agitiren, er aber anderntheils einsieht, dafs die jetzigen Tarife der Rentabilität der Bahnen nachtheilig sind, dafs ferner geringe Rentabilität der bestehenden Bahnen den Bau neuer Bahnen durch Privatunternehmer zurückhält, und dafs durch Einstellung der Bahnbauten namentlich auch die Eisenindustrie leiden mufs, so ist es nur natürlich, wenn etwa von einem solchen Interessenten der Ausbau des Eisenbahnnetzes durch den Staat empfohlen, und überhaupt dem Staatsbahn-Principe der Vorzug eingeräumt wird.

Dafs die Concurrenz in der Preisstellung aufgehört habe, wollen manche gar nicht als einen Nachtheil anerkennen, indem sie der Meinung sind, dafs die Concurrenz sich nun um so mehr durch Verbesserung der Leistungen geltend machen werde. Die Anhänger dieser Ansicht scheinen indefs zu übersehen, dafs auch zur Verbesserung der Leistungen beinahe immer Geldmittel erforderlich sind, welche auf die Dauer nur die Betriebsüberschüsse bieten oder verzinsen können, und dafs mithin, wenn die Concurrenz in der Preisstellung wegen fehlender oder unzureichender Ueberschüsse ins Stocken kommt, alsdann auch die Mittel zur Verbesserung der Leistungen fehlen werden.

Wenn nun einerseits allgemein anerkannt wird, dafs gegenwärtig im Eisenbahnwesen viele Mängel und Uebelstände bestehen, und dafs die Leistungen nicht so sind, wie man sie wünschen mufs, und wenn andrerseits zugegeben werden mufs, dafs eine Schwächung der Concurrenz eingetreten ist, und dafs diese ihren Hauptgrund in den Beschränkungen hat, welche den Eisenbahnen hinsichtlich der Festsetzung ihrer Preise durch die Concessionsbedingungen auferlegt sind, so käme es darauf an, zu untersuchen, ob resp. inwieweit diese Beschränkungen und jene Uebelstände in ursächlichem Zusammenhange stehen.

Die Nothwendigkeit, zu Tarif-Erhöhungen die Genehmigung der Staatsregierung einzuholen, in Verbindung mit der gesetzlichen Bestimmung, wonach Tarif-Erhöhungen 6 Wochen vor Anwendung derselben bekannt gemacht werden sollen, begünstigt jedenfalls die Stabilität der Tarife.

Denn schon die Zeitdauer, welche die Erledigung eines Antrages auf Tarif-Erhöhung in Anspruch nimmt, macht es unthunlich, an eine solche Maafsregel zu denken, wenn nicht ein erhebliches und dauerndes Bedürfnifs dazu vorausgesetzt wird, und andrerseits hat gerade die Schwierigkeit

der Tarif-Erhöhung zur Folge, dafs von den Bahnverwaltungen verständiger Weise auch zu Tarif-Ermäfsigungen nur dann geschritten werden kann, wenn die Verhältnisse, welche dieselben als nützlich erscheinen lassen, als dauernde aufgefafst werden.

Auch die einmalige Genehmigung einer allgemeinen Tarif-Erhöhung würde hieran jetzt wenig ändern. Die Bahnverwaltungen würden vielmehr, auch wenn demnächst die Verhältnisse durch Sinken der Selbstkosten sich wieder besserten, dennoch der Schwierigkeiten, welche sie jetzt haben, um bei eingetretenem Bedürfnifs wieder zu höheren Tarifen zu gelangen, vermuthlich eingedenk bleiben, und sich zu nützlichen Tarif-Ermäfsigungen nicht mehr so leicht, wie früher, entschliefsen, und scheint aus dieser Rücksicht eine einmalige allgemeine Tarif-Erhöhung auch gar nicht so unbedenklich, wenn damit nicht eine Aenderung des Systems verbunden wird.

Wenn es sich nun darum handelt, darüber zu urtheilen, ob ein stabil gewordener Frachtsatz zu einem gegebenen Zeitpunkt angemessen sei oder nicht, so kann dies nur durch Vergleichung mit demjenigen eventuell zu ermittelnden Preise geschehen, welcher sich bei wirthschaftlicher Freiheit durch Angebot und Nachfrage ergeben würde. Ich gestatte mir, diesen Preis den natürlichen zu nennen. Derselbe wechselt bei allen Dingen und Leistungen, also auch bei den Eisenbahntransporten, je nach dem Vorwalten des Angebots oder der Nachfrage, und wird daher im Vergleich mit einem auf irgend eine andere Art festgesetzten stabileren Preise, auch wenn letzterer sich dem Durchschnittssatze des natürlichen Preises näherte, bald niedriger, bald höher, als der stabile sein.

Ist der natürliche Preis zeitweise niedriger, als der festgesetzte stabile Preis, so wird das Angebot prävaliren, die Frequenz nimmt ab, das vorhandene Material der Eisenbahnen bleibt theilweise unbenutzt, und das Interesse der letzteren, so wie das allgemeine Verkehrsinteresse erheischen gleichmäfsig eine Herabsetzung der Tarife.

Eine solche zu fordern, steht der Staatsregierung auch nach den Concessionsbedingungen nicht zu. Sie kann nach dem Gesetz nur verlangt werden, wenn sich für die Eisenbahn für die zuletzt verlaufene Bahngeld-Periode ein Reinertrag von mehr als 10 Procent des ganzen in dem Unternehmen angelegten Capitals ergeben hat. Bisher sind indefs in solchen Fällen die erforderlichen, von der öffentlichen Meinung geforderten, von der Staatsregierung empfohlenen und durch das Beispiel der Staatsbahnen beförderten Tarif-Herabsetzungen von den Privatverwaltungen gewöhnlich bereitwillig concedirt.

Wo etwa in solchen Zeiten die Verwaltungen unter besonderen Umständen ein Interesse daran finden, mit Einführung der angemessen gewordenen Ermäfsigungen zu zögern, hemmt dies zwar zeitweise den Aufschwung des Verkehrs, ruft aber andrerseits neue nützliche Concurrenz hervor, indem ein solcher Zustand die Unternehmung neuer Bahnbauten besonders begünstigt.

Wenn dagegen zeitweise der natürliche Preis höher ist als der wirkliche Tarif, so herrscht die Nachfrage vor, die Frequenz nimmt zu, und das vorhandene Material wird häufig zur Bewältigung der angemeldeten Transporte nicht ausreichen. Ein derartiges Vorherrschen der Nachfrage hat meistens durchaus nicht seinen Hauptgrund in dem niedrigen Tarife, sondern in anderen Conjuncturen, aber dasselbe wird nur durch den stabilen Tarif zu einem dauernden Zustand, da im wirthschaftlichen Leben nur die Preisstellung als Regulator für Angebot und Nachfrage wirken kann.

Ein solcher Zustand ist natürlich in erster Linie für die Eisenbahnen nachtheilig, indem dieselben für ihre Leistungen weniger bezahlt erhalten, wie sie naturgemäfs bekommen müfsten. Bei wohlsituirten Bahnen wird dieser Nachtheil oft nicht besonders fühlbar werden, sofern die Tarifsätze gegen die Selbstkosten, welche freilich bei solchen Conjuncturen stets zu steigen pflegen, noch immer einen angemessenen Ueberschufs gewähren, da die Steigerung der Selbstkosten durch die erhöhte Frequenz ganz oder doch theilweise ausgeglichen wird. Bei weniger gut situirten Bahnen, welche verhältnifsmäfsig höhere Selbstkosten haben, kann eine Steigerung derselben ohne eine Erhöhung der Preise trotz der Zunahme der Frequenz leicht verhängnifsvoll werden.

Das nachfragende Publikum aber hat den Nachtheil, dafs es nothwendiger Weise schlechter bedient wird. Sobald die Nachfrage die Leistungsfähigkeit der Bahn übersteigt, kann der Geschäftsmann überhaupt nicht mehr darauf rechnen, dafs seine Transporte zu der ihm passenden Zeit ausgeführt werden. Die Reihenfolge der Transporte wird, da ein Ueberbieten im Preise nicht stattfinden kann, sich gerechter Weise nur durch die Reihenfolge der Anmeldungen bestimmen lassen. Die Einhaltung dieser Reihenfolge läfst sich schwer controliren, da sich die disponiblen Wagen niemals für alle vorkommenden Transporte eignen. Der Willkür der Beamten kann hierbei deshalb niemals vollständig gesteuert werden. Indefs wenn auch die Reihenfolge der Anmeldungen den Ausschlag giebt, so finden sich hierbei doch stets diejenigen, welche ein gröfseres Interesse an Beförderung ihrer Sendungen haben, als andere, aufser Stande, dies Interesse in legitimer Weise zur Geltung zu bringen.

Wie erheblich die hierdurch erzeugten Nachtheile für den Verkehr sind, kann gewifs am besten aus den lauten Klagen ermessen werden, welche in solchen Zeiten jedesmal gegen die Eisenbahnen, und nicht minder gegen die Aufsichtsbehörden erhoben werden. Diese Klagen sind ganz gewifs insoweit vollständig begründet, als sie einen höchst unerfreulichen Zustand constatiren, da die Klagenden zur Beurtheilung der eigenen Verhältnisse unzweifelhaft als competent anzusehen sind. Die Ursache des Uebels zu erkennen, ist schwerer, und wenn unter solchen Umständen die Klagen mit heftigen Anschuldigungen gegen die Eisenbahnbeamten wegen Unbeholfenheit und Mangel an Dienstwilligkeit, gegen die Verwaltungen wegen Nachlässigkeit, Unfähigkeit, Mangel an Voraussicht, und gegen die Aufsichtsbehörde wegen Mangel an Energie verbunden werden, so sind diese Urtheile gewifs häufig sehr ungerecht.

Zutreffend ist dagegen vielleicht die Klage über die in solchen Zeiten leidende Integrität der Beamten, wiewohl eine zuverlässige Feststellung der in dieser Hinsicht bestehenden Zustände aus naheliegenden Gründen für Niemanden schwieriger ist als für die Eisenbahnverwaltungen und die Aufsichtsbehörden. Das Uebel liegt indefs zu sehr in der Natur der Verhältnisse, und kann es kaum Verwunderung erregen, wenn einige unter vielen mäfsig besoldeten Beamten der an

sie herantretenden Versuchung unterliegen, sofern man nur die Gröfse dieser Versuchung in Erwägung zieht. Da das Material zur Bewältigung aller Transporte nicht ausreicht, so sucht jeder Versender in dem Maafse, wie er an der vorzugsweisen Beförderung seiner Sendungen ein gröfseres oder geringeres Interesse hat, seine Wünsche durch Benehmen mit den Beamten, deren Willkür, wie schon erwähnt, hier stets einen Spielraum hat, zu erreichen, und ein grofser Theil der concurrirenden Geschäftsleute trägt alsdann leider kein Bedenken, für besondere Berücksichtigung den einzelnen Beamten Privatvortheile zu bieten, oder stillschweigend zukommen zu lassen. Dieselben bestehen vielleicht in den wenigsten Fällen in baarem Gelde, da bei der überwiegenden Mehrzahl der Beamten das Ehrgefühl stark genug sein wird, um nackte Bestechung abzulehnen. Als weniger bedenklich mag die Annahme von Gelegenheitsgeschenken in Landesprodukten, von Waarenlieferungen oder Creditofferten zu billigen Bedingungen, von kostenloser Bestellung gepachteter Dispositionsländereien angesehen werden. Auf diese Weise macht die natürliche Concurrenz sich durch Ueberbieten im Preise geltend, nur dafs der höhere Preis nicht in loyaler Weise der Eisenbahn, sondern unrechtmäfsiger Weise Unberechtigten offerirt wird.

Durch stabile Tarife wird ferner eine reichliche Materialbeschaffung eher gehemmt als gefördert. Die Aufsichtsbehörden, selbst wenn man ihnen sehr weitgehende Competenzen geben wollte, werden in dieser Beziehung stets nur wenig ausrichten können, wenn die Verwaltungen nicht durch den eigenen Vortheil angespornt werden. Gegenwärtig haben dieselben aber im Allgemeinen kein finanzielles Interesse, ihren Maschinen- und Wagenpark über den regelmäfsigen Bedarf hinaus zu vermehren. Ein Reservebestand, welcher nur bei besonderen Conjuncturen zur Benutzung käme, würde bei dem bestehenden stabilen Tarife das darauf verwendete Capital schlecht verzinsen. Anders bei variablen Tarifen, bei deren Bestehen darauf zu rechnen wäre, dafs, sobald jener Reservebestand überhaupt in Thätigkeit käme, derselbe erhöhte Frachten eintrüge, wodurch die Anschaffung eines solchen Reservebestandes finanziell nützlich oder wenigstens weniger nachtheilig werden würde.

Ein weiterer Nachtheil ungenügend gewordener stabiler Tarife ist der, dafs der Bau neuer Bahnen dabei nicht gewinnverheifsend ist, und dafs sich deshalb solide Unternehmer, denen es wirklich um Herstellung einer rentablen Anlage zu thun ist, von demselben abwenden, und der Ausbau des Bahnnetzes, soweit er überhaupt durch neue Privatgesellschaften noch stattfinden kann, an Leute kommt, welche vornehmlich einen einmaligen Gewinn bei Gründung der Gesellschaft oder beim Bau selbst erstreben, und denen die dauernde Prosperität des Unternehmens jedenfalls erst in zweiter Linie am Herzen liegt.

Auch die weiterliegenden indirecten Nachtheile, welche eine zu niedrige Preisstellung für die Leistungen der Eisenbahnen nicht nur für die letzteren selbst und das die Eisenbahn benutzende Publikum, sondern auch für die öffentlichen Zustände mit sich bringt, sind mannigfaltig, und werden schwerlich genügend gewürdigt. Da die Preisstellung im freien wirthschaftlichen Verkehr von den Selbstkosten nur ganz im Allgemeinen abhängt, so kommen Ermäfsigungen der Selbstkosten auch keineswegs stets direct den Consumenten zu Gute. Die Eisenbahnfrachten repräsentiren für die meisten Handelsartikel einen Theil der Selbstkosten. Sind dieselben nach den gerade obwaltenden Verhältnissen niedriger, als sie angemessener Weise sein könnten, so wächst der Vortheil, welcher dem dadurch bedingten Verlust der Eisenbahnen correspondirt, erfahrungsmäfsig meist in erster Linie denjenigen anderen Produktions- oder Handels-Geschäftszweigen zu, welche bei Herstellung oder Herbeischaffung der betreffenden Handelsartikel mitbetheiligt sind. Diese anderen Industriezweige gelangen dadurch auf Kosten der Eisenbahnen zu einer nicht naturgemäfsen Prosperität, was dem öffentlichen Interesse keineswegs immer dienlich ist. Beispielsweise haben billige Kohlen- oder Kartoffel-Frachten notorisch gar nicht immer, oder auch nur meistens, billige Kohlen- oder Kartoffel-Preise zur unmittelbaren Folge. Die Marktpreise für Kohlen und Kartoffeln reguliren sich nur nach Angebot und Nachfrage. Die billigen Frachten verringern die Beschaffungskosten dieser Artikel. Sie können deshalb allerdings, indem sie die Concurrenz vermehren, auch indirect auf die Preise influiren. Diese Folge der Concurrenz macht sich aber gewöhnlich erst langsam geltend. Zunächst vergröfsern deshalb die billigen Frachten nur den Gewinn des Producenten oder des Händlers. Dieser Gewinn steigert alsbald auf dem Gebiete der Production und des Handels die Concurrenz, vertheuert dadurch sehr bald die Arbeitslöhne und alle zur Production erforderlichen Materialien, und vermindert damit dauernd die Concurrenzfähigkeit der Producenten, sobald die vermehrte Production anfängt, die Preise zu drücken, oder sobald etwa hinsichtlich der Frachten ein der Natur der Sache mehr entsprechendes Verhältnifs hergestellt wird. Die willkürliche Begünstigung hat hier, wie überall, auf die Dauer eine Schwächung der Kräfte der Begünstigten zur Folge.

Zu Gunsten einer gewissen Stabilität der Tarife wird häufig geltend gemacht, dafs es für den Geschäftsmann nützlich, ja nothwendig sei, die Kosten seiner Transporte längere Zeit vorher bestimmt calculiren zu können. Diese Möglichkeit ist allerdings für Geschäftsleute sehr werthvoll, und wird ihr gewifs auch fernerhin durch Festsetzung einer angemessenen Publicationsfrist bei Tarif-Erhöhungen Rechnung zu tragen sein. Freilich bringt dies ebenfalls eine Beschränkung der Concurrenz mit sich. Allein so schnell pflegen die Conjuncturen sich nicht zu ändern, dafs von Einhaltung mäfsiger Fristen erhebliche Nachtheile zu befürchten wären.

Wird nun aber der Vorbehalt der Genehmigung von Tarif-Erhöhungen durch die Staatsregierung vielfach ebenfalls damit vertheidigt, dafs dadurch die den Calculationen der Geschäftsleute günstige Stabilität der Tarife noch mehr gesichert werde, und mufs zugegeben werden, dafs diese Stabilität anderweite Nachtheile mit sich bringt, so scheint es um so nothwendiger, den hervorgehobenen Vortheil nicht höher zu schätzen, als er es wirklich verdient.

Eine vollkommen sichere Berechnung über den Erfolg geschäftlicher Unternehmungen ist überhaupt fast niemals möglich, da dieser Erfolg naturgemäfs von dem jeweiligen Preise einer Menge von Dingen und Leistungen abhängt, und sich nur in vereinzelten Fällen die Möglichkeit bietet, diesen Preis zu stabilisiren, oder sich gegen Preisschwankungen für längere Zeit zu decken. Unzweifelhaft wäre es für den Kaufmann von enormer Wichtigkeit, wenn er stets lange vorher

wissen könnte, wie theuer ihm sein Credit werden wird, und für den Fabrikanten, wenn er sicher sein könnte, seine Kohlen immer für einen bestimmten Preis zu beziehen. Aber Niemand möchte auch nur daran denken, deswegen einem öffentlichen Institute, wie der Königlichen Bank, eine Fixirung des Discontosatzes, oder der Königlichen Bergverwaltung eine dauernde Normirung ihrer Kohlenpreise zur Pflicht zu machen, weil Jedermann einsieht, dafs solche Maafsregeln dem unverrückbaren wirthschaftlichen Gesetze der Preisbestimmung durch Angebot und Nachfrage gegenüber gar nicht durchführbar sein, und ein Versuch der Durchführung allen Theilen nur unberechenbaren Nachtheil eintragen würde. Und wenn man auch nur bei dem Transportwesen stehen bleibt, so ist wohl noch niemals in Vorschlag gekommen, die Frachten für den Schiffsverkehr, obwohl derselbe noch sehr viel beträchtlicher und wichtiger als der Eisenbahnverkehr ist, fest normiren zu wollen.

Wenn nun in Berücksichtigung aller angeführten Gründe anerkannt wird, dafs es zweckmäfsig ist, Tarif-Erhöhungen weniger, als dies jetzt der Fall ist, zu erschweren, dann wird in Frage kommen, ob dies am besten durch Aenderung der Verwaltungspraxis, oder durch Aenderung des ganzen Systems im Wege der Gesetzgebung geschieht.

Von einer blofsen Aenderung der Verwaltungspraxis läfst sich eine gründliche Abhilfe der zu Tage tretenden Uebelstände schwerlich erwarten. Denn das blofse Bestehen der Vorschrift, dafs Tarif-Erhöhungen einer staatlichen Genehmigung bedürfen, ganz abgesehen von der Art der Handhabung, ist schon geeignet, die Entschliefsung der Eisenbahnverwaltungen sowohl zu Tarif-Erhöhungen, als namentlich auch zu Tarif-Ermäfsigungen zu erschweren, und befördert daher die Stabilität der Tarife. Auch wird stets das zum Zweck der Erlangung einer Tarif-Erhöhung einzuhaltende Verfahren ein so zeitraubendes sein, dafs dadurch eine wirkliche Anpassung der jeweiligen Tarife an die Conjuncturen erschwert wird, zumal der Vorbehalt einer höheren Genehmigung nur dann einen Sinn hat, wenn höheren Ortes auch in jedem Falle das Bedürfnifs sorgfältig geprüft wird. Diese Prüfung hält nicht nur die Entscheidung auf, sondern ist auch materiell von zweifelhaftem Werthe, weil die Behörde nur selten in der Lage sein wird, die Sachlage aus eigener Anschauung beurtheilen zu können, und mithin ihre Entscheidung häufig von der besseren oder schlechteren Führung des Nachweises des Bedürfnisses abhängen wird. Geht man nun von der Voraussetzung aus, dafs von der Richtigkeit der Entscheidung nur das Wohl der Eisenbahnen abhängig ist, dann wird nichts dagegen zu sagen sein, wenn ein vielleicht gut zu motivirender, aber faktisch schlecht motivirter Antrag auf Tarif-Erhöhung abgelehnt wird. Wenn es aber zutreffend ist, dafs bei einer richtigen Tarifstellung auch das Publikum interessirt ist, dann wird die mangelhafte Motivirung eines zeitgemäfsen Antrages keinen genügenden Grund für dessen Ablehnung abgeben, und übernimmt mithin die Behörde durch ihre Entscheidung eine Verantwortlichkeit, welcher sie kaum gewachsen ist.

Dazu kommt, dafs, wenn die Staatsregierung über Tarif-Erhöhungen zu entscheiden hat, von allen Interessenten versucht wird, einen Einflufs auf dieselbe auszuüben, und dieser Einflufs unter Umständen ihre Thätigkeit lähmen kann. Wie die Entscheidung aber auch ausfallen möge, so zieht sie der Regierung jedenfalls die Kritik und den Tadel aller derjenigen zu, welche dieselbe nicht für richtig, oder ihren Interessen für schädlich halten.

Am allermeisten steht indefs einer die Tarif-Erhöhungen erleichternden Verwaltungspraxis, wie ich glaube, der Art. 45 der Reichsverfassung entgegen, der in seiner jetzigen Fassung den Reichsbehörden wenig wirkliche Befugnisse giebt, dagegen gerade durch seine unbestimmten, mehr theoretischen Vorschriften immerhin geeignet ist, Zweifel zu erregen, und eine freie Entschliefsung der Landesregierungen bei Handhabung der Concessionsbedingungen, welche nur ihnen und nicht dem Reiche zusteht, zu behindern.

Es scheint hiernach die anderweite Regelung durch ein Reichsgesetz der einzige zweckmäfsige Weg zu sein, und zwar in dem Sinne, dafs die Normirung der Tarife im wesentlichen den Bahnverwaltungen zu überlassen ist.

Alsdann fragt sich nur noch, ob andere Cautelen gegen Mifsbrauch der Tarif-Freiheit für nöthig erachtet werden.

In dem Entwurfe eines Gesetzes über das Eisenbahnwesen, welcher von dem Vereine der Privatbahnen im Deutschen Reiche bearbeitet, und kürzlich in der Eisenbahn-Zeitung veröffentlicht ist, sind solche Cautelen hinsichtlich der Höhe der Tarife gar nicht für erforderlich erachtet. Die Motive gehen auf diesen Punkt nicht näher ein. Im Allgemeinen hege ich in dieser Hinsicht zwar auch keine grofsen Besorgnisse, bin im Gegentheil überzeugt, dafs eine Belebung der Concurrenz für die Dauer nur wohlfeilere Tarife zur Folge haben wird. Indefs ist allerdings die Möglichkeit einer maafslosen und vielleicht unverständigen Ausnutzung vorübergehender Verhältnisse nicht ausgeschlossen, und dürfte eine gesetzliche Garantie hiergegen, sofern nur der Concurrenz ein hinlänglicher Spielraum bleibt, kaum als schädlich zu erachten sein. Es darf hierbei nicht aufser Acht gelassen werden, dafs beim Publikum die Besorgnifs vor amerikanischen Zuständen, welche gewifs nicht mit Unrecht als abschreckendes Beispiel gegen die absolute Tarif-Freiheit anzuführen sind, besteht, und dafs deshalb eine anderweite Regelung der Tarif-Frage ohne derartige Garantien viele Widersacher finden würde, welche sonst im Allgemeinen für eine Belebung der Concurrenz günstig gestimmt sind.

Nach meiner Ueberzeugung bietet das bereits in dem bestehenden Preufsischen Eisenbahngesetz grundsätzlich angenommene und in England und Frankreich praktisch bewährte System der Feststellung eines Maximal-Tarifes die geeignetste Abhilfe.

Allerdings scheint die im Eisenbahngesetze vorgesehene Art der Festsetzung eines solchen Maximal-Tarifes jetzt völlig unanwendbar, schon weil damit das in der Reichsverfassung betonte Princip einer möglichsten Gleichmäfsigkeit der Tarife gar nicht vereinbar wäre. Im übrigen sind alle die Gründe, welche gegen die Festsetzung der Tarife nach den Selbstkosten sprechen, auch zutreffend gegen die Berechnung des Maximal-Tarifes nach den Selbstkosten.

Den heutigen Verhältnissen würde daher nur die Einführung eines allgemein giltigen Maximal-Tarifes, wie er in England besteht, entsprechen. Die Befugnifs zur Festsetzung eines solchen würde gesetzlich an die Reichsregierung oder an die Landesregierungen ertheilt werden müssen, die Festsetzung selbst aber möchte der Verwaltungsbehörde, vielleicht dem Reichs-Eisenbahnamte, zu überlassen sein, damit eine

erhebliche Aenderung in dem Werthe des Geldes nicht jedesmal eine Aenderung des Gesetzes nöthig macht. Zugleich würden, um das Gesetz wirksam zu machen, alle entgegenstehenden Concessionsbedingungen und statutarischen Festsetzungen gesetzlich für aufgehoben erklärt werden müssen.

Bei dem Erlafs eines solchen Maximal-Tarifes würde die Regierung zugleich in der Lage sein, eine einfache Klassification nach einem von ihr als angemessen erachteten System, welche vielleicht unter Mitwirkung oder doch nach Anhörung der Bahnverwaltungen festgestellt werden könnte, zur allgemeinen Geltung zu bringen, ohne dafs dabei diese Klassification eine absolute Vorschrift und ein Hindernifs für zweckmäfsige Ausnahmen würde.

Denn für alle Bahnen würde es bequem sein, sich im Allgemeinen der Klassification des Maximal-Tarifes möglichst anzuschliefsen, und Ausnahmen, welche natürlich stets durch den Rahmen des Maximal-Tarifes begrenzt wären, würden daher gewifs nur in Fällen wirklichen Bedürfnisses vorkommen.

Die Art der anzunehmenden Klassification, und die etwa festzustellenden Grundsätze über das zwischen den Tarifsätzen einzuhaltende Verhältnifs, betreffen das Tarif-System, und nicht die Preisstellung selbst, und liegen deshalb aufserhalb der Aufgabe, die ich mir für heute gesteckt hatte.

Herr Jordan referirte sodann aus den statistischen Nachrichten von den preufsischen Eisenbahnen für das Jahr 1872 über die baulichen Anlagen und die Betriebsmittel der Bahnen.

Am Schlusse des genannten Jahres waren 13632 Kilometer (1810 Meilen) im Betriebe; hiervon sind 29 % Staatsbahnen, 16 % Privatbahnen unter Staatsverwaltung und 55 % Privatbahnen unter eigener Verwaltung.

Die Bau- und Ausrüstungskosten belaufen sich für 1624 Meilen Bahn auf rund 927½ Millionen Thaler oder 571000 Thlr. pro Meile; es entfallen von diesem Anlagecapital

a. 29 % (592000 Thlr. pro Meile) auf die Staatsbahnen,
b. 21 % (691000 Thlr. pro Meile) auf die Privatbahnen unter Staatsverwaltung, und
c. 50 % (523000 Thlr. pro Meile) auf die Privatbahnen unter eigener Verwaltung,

welche Bahnen ad a, b, c resp. zu 80, 61 und 68 % ihrer Gesammtlänge mit doppelgeleisigem Bahnkörper versehen sind.

Die Gesammtlänge der Geleise im Verhältnifs zum durchgehenden Geleise beträgt resp. 88 %, 83 % und 65 %. An Betriebsmitteln waren pro Meile der ad a, b und c gedachten Bahnen vorhanden: resp. $3,_{01}$ — $3,_{76}$ — $2,_{26}$ Locomotiven und 108 — 184 — 111 Achsen Lastwagen, für deren Beschaffung, einschliefslich der Personenwagen, resp. 93000 Thlr., 132000 Thlr. und 94500 Thlr. pro Meile verausgabt sind.

Im Ganzen waren auf den, Ende 1872 im Betriebe stehenden Bahnen vorhanden: 4335 Locomotiven, 6794 Personenwagen mit 320333 Plätzen und 100984 Lastwagen, d. i. pro Meile: $2,_{56}$ Stück Locomotiven, 4 Personenwagen mit 188 Plätzen und $59,_{6}$ Lastwagen.

Der gröfste und kleinste Bestand von Wagen und Locomotiven pro Meile Bahn findet sich

a. in den Sitzplätzen der Personenwagen bei der Taunusbahn = 713 Stück, bei der Schleswigschen Bahn = 60 Stück,
b. an Güterwagen bei der Cöln-Mindener Bahn = 365 Achsen, bei der Hamburger Bahn = 20 Achsen,
c. an Locomotiven bei Cöln-Minden mit 6 Stück, bei Tilsit-Insterburg mit $0,_{7}$ Stück.

In den Anlagekosten pro Meile Bahnlänge (welche, wie oben bemerkt, im Durchschnitt 571000 Thlr. betragen) zeigen sich als die billigsten Bahnen: Cottbus-Grofsenhain mit 154900 Thlr., Neifse-Brieg mit 216300 Thlr., Glückstadt-Elmshorn mit 230540 Thlr., die Crefeld-Kreis-Kempen- und Industriebahn mit 252470 Thlr., die Schleswigsche Bahn mit 283000 Thlr., die Niederschlesische Zweigbahn mit 299344 Thlr., Stargard-Posen mit 309768 Thlr. etc.; in der Nähe des Durchschnitts befinden sich: die Westfälische Bahn mit 546992 Thlr., die Taunusbahn mit 554855 Thlr., Magdeburg-Leipzig mit 555854 Thlr., die Thüringische Bahn mit 560230 Thlr., die Schlesische Gebirgsbahn mit 560950 Thlr., Berlin-Stettin mit 567159 Thr.

Die gröfsten Anlagekosten treten auf: bei Frankfurt-Hanau mit 1118878 Thlr., bei der Rhein-Nahe-Bahn mit 1014990 Thlr., bei der Bergisch-Märkischen Bahn mit 973065 Thlr., bei der Saarbrücker-Bahn mit 906145 Thlr.

Wie sich diese Kosten nach den einzelnen Ausgabetiteln zusammensetzen, ist aus den statistischen Nachrichten nicht zu ersehen, da nicht für sämmtliche Titel die bezüglichen Geldbeträge ausgeworfen sind.

Von letzteren sind hinsichtlich der theuersten Bahnen als Ausgabeposten pro Meile zu erwähnen: Frankfurt-Hanau: Betriebs-Material = 150640 Thlr. ($13,_{5}$ % des Anlage-Capitals); Erdarbeiten = 88531 Thlr. (8 %); grofse Brücken = 31662 Thlr. (3 %). — Rhein-Nahe-Bahn: Erdarbeiten = 253200 Thlr. (25 %); grofse Brücken und Viaducte = 116053 Thlr. (11½ %); Tunnels = 97170 Thlr. (9½ %); Betriebs-Material = 90369 Thlr. ($8,_{9}$ %). — Bergisch-Märkische Bahn: Betriebsmaterial = 199540 Thlr. ($20,_{4}$ %), Erdarbeiten = 128767 Thlr. (13 %); grofse Brücken und Viaducte = 39543 Thlr. (4 %); Tunnels = 14209 Thlr. (1½ %). — Saarbrücker Bahn: Betriebsmaterial = 244970 Thlr. (27 %); Erdarbeiten 151182 Thlr. (17 %); Tunnels = 32553 Thlr. ($3,_{6}$ %); grofse Brücken und Viaducte = 34391 Thlr. ($3,_{7}$ %). — Hingegen bei billigeren Bahnen, als: Preufsische Ostbahn: Erdarbeiten = 39000 Thlr. ($7,_{5}$ %); grofse Brücken und Viaducte = 47580 Thlr. ($9,_{2}$ %); Betriebsmaterial = 70168 Thlr. ($13,_{6}$ %). — Stargardt-Posen: Erdarbeiten = 25000 Thlr. (7 %); grofse Brücken = 14760 Thlr. ($4,_{8}$ %); Betriebsmaterial = 63818 Thlr. ($20,_{6}$ %).

An Bahnhöfen und Haltestellen sind 1676 Stück vorhanden mit 293 Hektar (1148 Morgen) von Gebäuden besetzter Grundfläche; von letzterer entfallen auf die Empfangsgebäude nebst den bedeckten Personenhallen $25,_{5}$ %, die Güterschuppen $21,_{5}$ %, Werkstattsgebäude 15 %, Locomotivschuppen $13,_{5}$ %, Verwaltungsgebäude mit den Büreau-, Wohn- und Postlokalen 8 %, sonstige Gebäude $16,_{5}$ %. Die Stückzahl aller auf den Bahnhöfen vorhandenen Gebäude beträgt 62354.

Die Gesammtlänge aller Geleise beläuft sich auf 23033948^{m} (3058 Meilen), wovon 57 % auf das durchgehende Geleis, 22 % auf das zweite Geleis und 21 % auf die Nebengeleise und Ausweichungen entfallen. Das Schienengestänge besteht zu 94 % der Geleislänge aus breitbasigen Schienen auf hölzernen Querschwellen, zu 4½ % aus Stuhlschienen und zu

$1\frac{1}{2}$ % aus eisernem Oberbau, sowie aus Schienen auf Einzelunterlagen.

Das Gewicht der breitbasigen Schiene variirt zwischen 71 und 75 Pfd. pro laufenden Meter; $83,_5$ % der letzteren bestehen ganz aus Eisen, $7,_8$ % ganz aus Stahl und $8,_7$ % sind mit stählernem Kopf versehen. In dem eisernen Oberbau ist das eintheilige System (Hartwich) auf 162 Kilometer ($21,_5$ Meilen), das 2theilige System (Hilf) auf 54 Kilometer (7 Meilen) zur Verwendung gelangt. Ueber das 3theilige System fehlen die bezüglichen Angaben.

Eiserner Oberbau auf Querschwellen ist im Ganzen zur Länge von 88 Kilometer ($11,_6$ Meilen) verlegt worden.

Von den hölzernen Bahnschwellen, deren rund 24 Millionen Stück vorhanden, bestehen $63,_6$ % aus Eichen-, $34,_1$ % aus Kiefern- und $2,_3$ % aus Buchenholz. $48\frac{1}{2}$ % des Gesammtquantums sind imprägnirt. Letzteres besteht zu 59 % aus eichenen, zu 39 % aus kiefernen und zu 2 % aus buchenen Schwellen; von den nicht imprägnirten Schwellen sind 69 % eichene, 30 % kieferne und 1 % buchene.

Nur eichene Schwellen (nicht imprägnirt) haben die Hannover-Altenbekener, Cöslin-Stolp-Danziger, die Hamburger und die Frankfurt-Hanauer Bahn.

Imprägnirte kieferne Schwellen sind ausschliefslich auf der Berlin-Hamburger und der Lübeck-Büchener Bahn und zu hohem Procentsatz auf der Magdeburg-Halberstädter, Magdeburg-Leipziger und der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn verlegt worden.

Nicht imprägnirte kieferne Schwellen sind ausschliefslich zur Verwendung gelangt: bei der Ostpreufsischen Südbahn, der Tilsit-Insterburger, der Cottbus-Grofsenhainer und der Crefeld-Kreis Kempener Industriebahn, zu hohem Procentsatz (99 bis 96 %) auf der Märkisch-Posener, Berlin-Lehrter, Rechte Oder-Ufer-Bahn, Berlin-Görlitzer, Berlin-Anhalter und Breslau-Warschauer Bahn.

Für die Unterhaltung des Oberbaues sind an Schienen und Schwellen resp. $5,_9$ % und $5,_8$ % des Gesammtbestandes verwendet; die Unterhaltungskosten (an Material und Arbeit excl. Weichen) betrugen 5675 Thlr. pro Meile oder 1 % des gesammten Anlagecapitals. 67 % dieser Unterhaltungskosten entfallen auf die Beschaffung des Materials an Schienen, Kleineisenzeug, Schwellen und Bettungsmaterial, 33 % auf das Arbeitslohn.

Die gesammte Bahnunterhaltung hat pro Meile 8800 Thlr. oder $1\frac{1}{2}$ % des Gesammt-Anlagecapitals gekostet. Hiervon sind der Unterbau (einschliefslich der Brücken, Tunnel, Einfriedigungen, Bahnwärterhäuser, Signale etc.) mit $0,_2$ %, der Oberbau mit 1 %, die Bahnhofsanlagen (excl. Oberbau) mit $0,_3$ % betheiligt.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen die Herren: Betriebs-Director Bessert-Nettelbeck, Geheimer Regierungsrath Körte und Eisenbahn-Director Göring.

Literatur.

L. Henz. Practische Anleitung zum Erdbau. Dritte Auflage, nach dem Tode des Verfassers umgearbeitet und vermehrt von W. Streckert, K. Regierungsrath im Reichseisenbahnamte. — Verlag von Ernst & Korn. Berlin 1874.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage des Henz'schen Werkes sind fast zwei Jahrzehnte verflossen, welche für das Gesammtgebiet der Technik, besonders aber für die Entwickelung des Eisenbahnwesens, von höchster Bedeutung geworden sind. — Die Länge der deutschen Eisenbahnen ist in diesem Zeitraume auf mehr als das Dreifache gewachsen. — Die Anforderungen, welche theils in Folge der ausgedehnten Bauthätigkeit, theils und mehr noch in Folge der Erhöhung des Arbeitswerthes an die Technik gestellt wurden, haben zu neuen Erfindungen, zu neuen Arbeitsmethoden geführt. Ueberall ist man bemüht gewesen, durch mechanische Einrichtungen, durch ausgedehnte Anwendung von Maschinen die Zahl der Arbeiter zu vermindern, und hat selbstredend den gröfsten Erfolg auf solchen Gebieten erzielt, auf welchen, wie beim Erdbau, bedeutende Leistungen ohne besondere Geschicklichkeit des Einzelnen, auf Grundlage einer zweckmäfsig geregelten Disposition zu verrichten sind.

Leider ist es dem Verfasser des hier besprochenen Werkes nicht vergönnt gewesen, in einer neuen Bearbeitung auch den veränderten Verhältnissen Rechnung zu tragen. Dankbar ist es daher anzuerkennen, dafs Männer, denen ausgedehnte Erfahrungen im Eisenbahnbau zur Seite stehen, in Würdigung des hohen Werthes des Henz'schen Werkes sich dieser Arbeit unterzogen haben. So ist die zweite Bearbeitung durch Herrn Plefsner im Jahre 1870 entstanden und die dritte jetzt vorliegende durch Herrn Streckert.

Wir finden in dem Werke des verstorbenen Henz die Erfahrungen eines Technikers niedergelegt, der, wie wenige andere, zu der Ausführung grofsartiger Bauten berufen gewesen ist, dessen häufige Reisen im In- und Auslande ihm Gelegenheit geboten haben, die bautechnischen Schöpfungen und Einrichtungen seiner Zeit kennen zu lernen und der mit seltener Beobachtungsgabe, mit treffender Kritik das Nützliche zu erkennen verstanden hat.

Sein Lehrbuch zeichnet sich eben so sehr durch die Reichhaltigkeit des Stoffes, wie durch die übersichtliche Anordnung und durch die in gleichem Maafse nur wenigen Werken unserer technischen Literatur eigene klare und fesselnde Darstellungsweise aus.

In dem Jahrgange 1870 dieser Zeitschrift ist der Inhalt der zweiten Auflage des Henz'schen Werkes in der Plefsner'schen Bearbeitung ausführlich besprochen, und würden wir von dem dort Gesagten Vieles wiederholen müssen, wenn wir näher auf die einzelnen Capitel eingehen wollten. Wir beschränken uns darauf, Folgendes hervorzuheben.

Das Werk zerfällt in 3 Abschnitte, von denen die ersten beiden das specifisch Technische des Erdbaues, die Vorarbeiten und die Ausführung behandeln, während der dritte die administrativen Dispositionen umfafst. Beginnend mit den Bodenuntersuchungen, bespricht der Verfasser zunächst die Principien, welche bei Feststellung des Projectes zu befolgen sind, die Methoden zur Ermittelung der Massen, die Massen-

Dispositionen, die Preise der Erdarbeiten und die Aufstellung des Kostenanschlages. Sodann, in dem 2ten Abschnitte zu der Ausführung der Erdarbeiten übergehend, behandelt derselbe in eingehender Weise die Bildung der Auf- und Abträge, giebt eine systematische Darstellung der verschiedenen Ursachen der Erdrutschungen, der Mittel, ihrer Entstehung vorzubeugen, und der Maafsregeln, diesen Erscheinungen, wo sie vorgekommen sind, Abhilfe zu schaffen; letzteres unter Hinweis auf eine Reihe trefflicher Beispiele. Hieran schliefsen sich die Abhandlungen über die Wahl der Transportsysteme, über Nebenarbeiten und über die Disposition der Bodenbewegung.

In dem dritten, die administrativen Anordnungen umfassenden Theile bietet das Werk eine vollständige Instruction für das bei Vergebung der Arbeiten einzuschlagende Verfahren, bespricht die Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Systeme der Ausführung, des Regie- und Entreprisebaues, die Gesichtspunkte, welche bei der Wahl des Systems in den betreffenden Fällen leitend sein müssen, und giebt in den letzten beiden Capiteln eine Uebersicht über die vorzugsweise im nördlichen Deutschland übliche Organisation des Baupersonals, der Buch- und Rechnungsführung und der Arbeiterverhältnisse.

Erhalten die ersten beiden Abschnitte ihren hohen Werth dadurch, dafs in ihnen die vielseitigen Erfahrungen des Verfassers die Grundlagen für die Anleitung und die Rathschläge bei Bauausführungen bilden, so wird der dritte Abschnitt jedem mit der Leitung gröfserer Arbeiten betrauten Techniker deshalb willkommen sein, weil es nicht nur die für die geschäftliche Behandlung wichtigen Punkte bespricht, sondern auch eine Reihe von Normen für Vertragsbedingungen, Submissionen, Contractabschlüsse, Buchführung, Abrechnungen, Arbeiterordnungen etc. und manche Schemata enthält, die, wenn auch nicht immer direct verwendbar, doch sehr nützliche Vorlagen bilden.

Die Aenderung, welche das Henz'sche Werk in seiner dritten uns vorliegenden Auflage erfahren hat, besteht zuerst und allgemein in der Einführung des Metermaafses, ferner in der Besprechung der in neuerer Zeit aufgekommenen Methoden bei Aufstellung des Projectes und bei Ausführung der Arbeiten, in der Hinzufügung mancher neuen Tabellen und Schemata und in vielfachen mehr oder weniger umfangreichen, durch die Erfahrungen der Neuzeit nothwendig gewordenen Umarbeitungen des Urtextes.

Im ersten Abschnitte ist das Capitel „Massen-Ermittelungen" durch Aufnahme von Tabellen zur Berechnung der Erdmassen, Böschungsflächen, Breiten etc. bereichert. Hier hätten wir gewünscht, dafs in den Tabellen gleich die für die Praxis erforderliche Abrundung der Zahlenwerthe vorgenommen wäre, weil es dem jüngeren Techniker dazu meist an der richtigen Kritik fehlt und durch ihn nur zu oft Anhängsel von Bruchtheilen in die Massenberechnungen und Kostenanschläge eingeführt werden, die zu dem Grade von Genauigkeit, mit welchem die den Berechnungen zu Grunde liegenden Aufnahmen ausgeführt werden können, nicht im Einklange stehen, deshalb die Rechnung unnöthig erschweren und die Uebersicht stören.

Dem Capitel „Massendisposition" ist eine kurze Charakteristik des graphischen Massen-Nivellements beigefügt.

Die Preisermittelungen haben, den jetzigen Arbeits- und Geldverhältnissen entsprechend, mehrfache Aenderungen erfahren.

Dem Capitel „Bildung der Auf- und Abträge" ist eine Besprechung des englischen Einschnittsbetriebes und eine Anzahl von neueren Beispielen interessanter Erdrutschungen, u. a. der in gröfserem Umfange auf der Bebra-Hanauer Bahn vorgekommenen, hinzugefügt. Die Bodentransporte auf provisorischen Eisenbahnen und die dabei angewendeten Förderungsmittel, Gewinnungs- und Schüttungsmethoden sind, wie es deren jetzige Bedeutung für den Erdbau verlangt, eingehender behandelt als von Henz.

Der 3te Abschnitt ist mit geringen Ausnahmen in der ursprünglichen Form belassen. Der Atlas ist um 2 Tafeln vermehrt und, wie auch der Text, in gediegenster Weise ausgestattet.

Gehörte das Originalwerk zu den werthvollsten Erscheinungen unserer technischen Literatur, so zweifeln wir nicht, dafs auch die neue Auflage desselben, deren Bearbeiter mit bestem Erfolge bemüht gewesen ist, das Veraltete zu beseitigen, das wissenswerthe Neue aufzunehmen und so ein den Anforderungen der Jetztzeit entsprechendes Lehrbuch zu schaffen, eine warme Anerkennung finden wird. G. M.

Deutsche Renaissance.

Von dem in der bekannten Verlagsbuchhandlung E. A. Seemann in Leipzig erscheinenden, mit vielem Beifall aufgenommenen grofsen Sammelwerke „Deutsche Renaissance", welches Director A. Ortwein, früher in Nürnberg, jetzt in Graz, begonnen und als Redacteur noch immer leitet, sind bis jetzt, also in 3½ Jahren, 37 Hefte à zehn Blatt Folio erschienen. An der Fortsetzung desselben wird in den verschiedensten Orten fleifsig gearbeitet. Dieses Werk soll bekanntlich eine möglichst vollständige Sammlung von anspruchslosen, aber guten Abbildungen aller werthvollen Gegenstände der Architektur und des Kunstgewerbes im Styl der Deutschen Renaissance, also aus dem sechszehnten und siebenzehnten Jahrhundert, so weit solche im Original oder in guten Abbildungen erhalten sind, bringen. Wegen der grofsen Masse des vorhandenen Materials, das bis jetzt noch Niemand zu übersehen im Stande ist, und da das Werk vor Allem den Bedürfnissen des praktischen Architekten dienen soll, wurde auf eine systematische Anordnung verzichtet, es vielmehr in eine Anzahl gröfsere und kleinere Abtheilungen, je die Denkmäler einer Stadt oder einer Landschaft umfassend, zerlegt. Von solchen Abtheilungen sind bis jetzt vier, nämlich Rothenburg a. d. Tauber von Graefe mit 4, Luzern mit 3, Schlofs Bevern mit 2 Heften und Höxter mit einem Hefte vollendet. Von der Abtheilung Nürnberg, die ohne Zweifel zu den werthvollsten gehört und mit am besten ausgeführt ist, sind leider nur erst 6 Hefte erschienen. Wie es mit der Fortsetzung derselben — denn Material dafür ist noch in grofser Fülle vorhanden — steht, ist, da der Autor derselben, A. Ortwein, nach Graz übergesiedelt ist, noch nicht festgestellt. Von den übrigen Abtheilungen sind Augsburg mit 4, Mainz mit 2, München, Dresden, Zürich, Heidelberg u. A. mit je einem Hefte, andere Orte wie Cöln, Stuttgart, Danzig, Frankfurt etc. aber noch gar nicht vertreten. R. B.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

(zu Seite 128)

Staedtisches Vierordtbad in Carlsruhe.

Anordnung des roemisch-irischen (Luft-) Bades.

a. Kanäle für ausströmende schlechte Luft } Querschnitt $\frac{150}{150}$ mm
b. Kanäle für einströmende kalte Luft }
B. Kästen aus Holz mit seitlichen Öffnungen, welche die kalte Luft unter den Heizofen führen.
x. aufgeschraubter Lattenboden.
1. Kaltwasserleitung.
2. Warmwasserleitung.
3. Dampfleitung.

Dampfrohr
Dampfspirale
Rohrleitung
Zinkrohr über Dach geführt
Glockenzug für den Bademeister
Regulator
Cementestrich
Cementestrich

M. 1 : 50

0 1 2 3 4 5 6 M.